

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Caracterización y evaluación del contenido de lípidos y ácidos grasos en nueve clones de *Gevuina avellana* Mol.**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

**Tania Yael Carrillo Winkler**

Valdivia Chile 2004

**Profesor Patrocinante**

Fernando Medel S.  
Ing. Agr. Dr Ing. Agr.

---

**Profesores Informantes**

Ricardo Rigel S.  
Ing. Agr. , Dr. Rec. Nat

---

Juan Fuentealba A.  
Prof. Biol. y Quím., M. Sc

---

## **Agradecimientos**

Agradezco a mi profesor patrocinante Sr. Fernando Medel por su tiempo, constante apoyo y preocupación en mis últimos años de Universidad.

A todos los que me colaboraron y orientaron en esta investigación, en especial a la Sra Nimia Maquián, Paty, Sr. Ramón Mansilla, Sr Adolfo Estay, Sra Lilian Masson y a mi compañera Viviana Valdivia .

A mis padres, Héctor y Alicia por su constante amor, preocupación y comprensión en todos los momentos de mi vida.... mis logros son gracias a ustedes. A mis hermanas y hermanos Yasna, Alejandra, Gerson y Andrés que me entregan cariño y alegría. Por supuesto, agradezco también a mi querida abuelita Elsa por sus consejos, por quererme y apoyarme siempre.

Como no agradecer a mis grandes amigas, con las que he compartido alegrías y dificultades: Dany, Lore, Marce, Cristina; Anita, Paty, Daniella, Carmen, Maribel, Andrea, Beby, Lizette, Yocelyn, Vicky, Bettina y Karen. También a todas mis amigas y amigos en la fe de la Iglesia Evangélica Luterana en Chile.

A ti Pato, por tu compañía, amor y apoyo incondicional en todo momento.

Y principalmente a Dios por ponerlos en mi camino y darme la oportunidad de conocerlos y disfrutar junto a cada uno y una de ustedes.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Antecedentes generales	3
2.1.1	Características botánicas	4
2.1.2	Usos de la especie	4
2.1.3	Mercado	5
2.2	Material vegetal	5
2.3	Frutos	6
2.3.1	Características físicas y fenológicas de la nuez	6
2.3.2	Producción	8
2.3.3	Usos de la nuez	9
2.3.3.1	Alimentación humana	9
2.3.3.2	Alimentación animal	10
2.3.3.3	Usos fitoterapéuticos y farmacológicos	10
2.3.3.4	Usos del pericarpio	11
2.3.4	Composición fitoquímica de los frutos	11
2.3.4.1	Análisis proximal	11
2.4	Aceite de <i>Gevuina avellana</i> Mol.	12
2.4.1	Contenido de ácidos grasos	13
2.4.2	Contenido de tocoferoles y tocotrienoles	15
2.4.3	Estabilidad del aceite de gevuin	16
3	MATERIAL Y METODO	17
3.1	Ubicación y época	17

Capítulo		Página
3.2	Material vegetal y manejo	17
3.3	Cosecha de las nueces	18
3.4	Extracción y determinación de la materia grasa	19
3.4.1	Extracto etéreo	19
3.4.2	Preparación de esteres metílicos	19
3.4.3	Determinación de ácidos grasos	19
3.5	Observaciones y mediciones	20
3.5.1	Materias grasas totales	20
3.5.2	Ácidos grasos	20
3.5.3	Índice de insaturación	20
3.6	Tratamiento estadístico de los datos	20
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	22
4.1	Materia grasa total	22
4.1.1	Clones y contenido de lípidos totales	22
4.1.2	Años y contenido de lípidos totales	23
4.1.3	Interacción presentada entre los clones y los años	26
4.2	Ácidos grasos	27
4.2.1	Ácidos grasos saturados	28
4.2.1.1	Variación clonal	28
4.2.1.2	Variación entre años	30
4.2.2	Ácidos grasos poliinsaturados	31
4.2.2.1	Variación clonal	31
4.2.2.2	Variación entre años	33
4.2.3	Ácidos grasos monoinsaturados	34
4.2.3.1	Variación clonal	34
4.2.3.2	Variación entre años	36
4.2.4	Ácido palmitoleico	37
4.2.4.1	Variación clonal	37
4.2.4.2	Variación entre años	39

Capítulo		Página
4.2.5	Determinación de índices de insaturación en aceite de semillas de gevuin	40
4.2.5.1	Variación clonal	40
4.2.5.2	Variación entre años	41
4.2.6	Isómeros de ácidos grasos monoinsaturados	41
4.3	Aceite del pericarpio	43
4.3.1	Materia grasa total	43
4.3.2	Ácidos grasos	44
4.3.2.1	Ácidos grasos saturados	44
4.3.2.2	Ácidos grasos poliinsaturados	46
4.3.2.3	Ácidos grasos monoinsaturados	47
4.3.2.4	Índice de insaturación	49
5	CONCLUSIONES	51
6	RESUMEN	53
	SUMMARY	55
7	BIBLIOGRAFÍA	57
	ANEXOS	63

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis proximal del fruto de <i>Gevuina avellana</i> Mol.	12
2	Ácidos grasos contenidos en el aceite de <i>Gevuina avellana</i> Mol.	15
3	Materia grasa total en nueve clones de gevuin	23
4	Materia grasa en cotiledones de gevuin para cada año	24
5	Contenido de ácidos grasos saturados totales (% FAME)	28
6	Contenido de los distintos ácidos grasos saturados por clon (% FAME)	29
7	Contenido de ácido C <sub>20:0</sub> en semillas de gevuin (% FAME)	30
8	Contenido de ácidos grasos saturados en dos años (% FAME)	31
9	Contenido de ácidos grasos poliinsaturados por clon (% FAME)	32
10	Contenido de ácidos poliinsaturados en dos años (% FAME)	33
11	Contenido de ácidos grasos monoinsaturados por clon (% FAME)	34
12	Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en dos años (% FAME)	36
13	Contenido de ácido palmitoleico en semillas de gevuin (% FAME)	38
14	Índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin.	40
15	Resumen de los lípidos totales e índice de insaturación en distintas nueces (g/ 100g de nuez comestible).	41
16	Isómeros de ácidos grasos monoinsaturados (% FAME)	42
17	Contenido de materia grasa de pericarpios de gevuin (2002)	44
18	Contenido de ácidos grasos saturados en pericarpios de gevuin (% FAME)	45
19	Contenido de ácidos grasos poliinsaturados en pericarpios de gevuin (% FAME)	46

Cuadro		Página
20	Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en pericarpios de gevuin (% FAME)	48
21	Índice de insaturación en aceite de pericarpio de gevuin	49
22	Resumen de la composición del aceite de cotiledones y de pericarpios de gevuin	50



## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Crecimiento y fenología de la nuez	8
2	Promedios de precipitaciones y temperaturas mensuales en la temporada de formación del fruto de gevuin, año 2000- 2002	25
3	Interacción entre clones y años para materia grasa total de gevuin	27
4	Ácidos grasos monoinsaturados y C <sub>16:1</sub> en nueve clones de gevuin	39

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Rendimientos de nueve clones SAR de gevuin en los años 2000 y 2001 (kg/clon)	64
2	Características físicas de la nuez de nueve clones de gevuin (2001)	64
3	Características físicas de la nuez de nueve clones de gevuin (2002)	65
4	Precipitaciones y temperaturas medias registradas en el periodo de crecimiento de la nuez en los años 2000, 2001 y 2002	65
5	Nomenclatura de los ácidos grasos	66
6	Contenido de lípidos y ácidos grasos presentes en nueces de diferentes especies y cultivares	67
7	Análisis de varianza del contenido de materia grasa en semilla de <i>Gevuina avellana</i> Mol	68
8	Análisis de varianza del contenido total de ácidos grasos saturados en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	68
9	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	68
10	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>24:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	69
11	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>16:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	69
12	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>21:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	69
13	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>20:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ )	70

Anexo		Página
14	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>16:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100)	70
15	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>21:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100)	70
16	Análisis de varianza del contenido total de ácidos saturados en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100)	71
17	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:2<math>\Delta</math>9C, 12C</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	71
18	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:3 <math>\Delta</math>9C, 12C, 15C</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	71
19	Análisis de varianza del contenido total de poliinsaturados en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	72
20	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:2<math>\Delta</math>9C, 12C</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100)	72
21	Análisis de varianza del contenido de total ácidos poliinsaturados en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).	72
22	Análisis de varianza del contenido total de ácidos grasos monoinsaturados en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	73
23	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	73
24	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>22:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	73
25	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>20:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	74
26	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>22:1<math>\Delta</math>13 cis</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	74
27	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>14:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100)	74

Anexo		Página
28	Análisis de varianza del contenido de ácidos monoinsaturados totales en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	75
29	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>18:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	75
30	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>22:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	75
31	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>20:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	76
32	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>22:1Δ13cis</sub> en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	76
33	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>16:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $asen\sqrt{X}/100$ )	76
34	Análisis de varianza del contenido de ácido C <sub>16:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año ( $asen\sqrt{X}/100$ )	77
35	Análisis de varianza del índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin por clon	77
36	Análisis de varianza del índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin por año	77

## 1. INTRODUCCION

La situación de la agricultura y la creciente apertura del mercado chileno al exterior, han potenciado el estudio de nuevas alternativas que permitan diversificar la producción. Chile tiene una gran abundancia de recursos naturales existiendo diversas especies vegetales que presentan propiedades interesantes muchas veces desconocidas.

El gevuin o “avellano chileno” (*Gevuina avellana* Mol.) es una de estas plantas nativas, la cual posee cualidades ornamentales, forestales, melíferas y frutícolas. Por esta razón, ha sido evaluada bajo distintos criterios en el Programa de Investigación y Desarrollo Frutícola , el cual se inició en 1970 en la Universidad Austral de Chile. Posteriormente y en el marco del Programa “Mejoramiento Genético y Productivo de *Gevuina*” iniciado en 1987, se han realizado la evaluación de las selecciones clonales con características nutricionales, fitoterapéuticas y forestales.

Las cualidades del fruto de *Gevuina* son similares a otros frutales de nuez que se comercializan a nivel mundial, especialmente macadamia y avellano europeo. Por esto el consumo de su nuez no solo se debe limitar a la agroindustria casera (tostaduría) sino también a otras alternativas de gran potencial como “snack”, nuez deshidratada, seca, harina entera o desgrasada, para su uso en confitería, pastelería, alimentación aviar, porcina y como aceite de mesa.

Con el desarrollo del programa se han seleccionados una serie de clones en función de la variabilidad genética propia de la especie, logrando determinar importantes diferencias entre selecciones clonales de rendimientos y calidad de la nuez, así como estructuras de plantas y características fenológicas.

Una de las cualidades mas importantes de su nuez radica en el contenido y la calidad de sus lípidos, los cuales son bajos en ácidos grasos saturados. Esta característica la hace interesante nutricionalmente. Además, posee un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados en especial de ácido hexadecanoico, el cual puede ser utilizado como materia prima para la industria cosmetológica y fitoterapéutica por su alta absorción en la piel y la capacidad de filtrar rayos UV, situación que adquiere importancia para vastas zonas de la tierra afectadas por la disminución significativa de la capa de ozono y el potencial incremento de enfermedades cancerígenas.

Dado que la estructura de la composición lipídica de los cotiledones tiene una particular importancia en aspectos nutricionales y fitoterapéuticos en este estudio se planteó la hipótesis de la existencia de diferencias en el contenido de materias grasas totales y ácidos grasos en el aceite de nueces pertenecientes a diferentes clones de *gevuin*.

Por lo tanto, el objetivo general fue determinar y evaluar el tipo y contenido de ácidos grasos presentes en nueces de nueve clones de *Gevuina*, especialmente en el tejido cotiledonar.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el contenido de grasas totales y de ácidos grasos y las diferencias entre clones.
- Determinar el tipo y contenido de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados), su relación insaturación/saturación y sus diferencias entre clones.
- Caracterizar los isómeros de los ácidos grasos presentes.
- Estudiar inicialmente los parámetros anteriores en el pericarpio de *gevuin*.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Antecedentes generales.

*Gevuina avellana* Mol. conocida también como “gevuin”, “guevín”, “ñefú”, “avellana chilena”, “Chilean Hazel Nut”, “Chile Hazel” y “Chile Nut” es una especie endémica de Chile de la familia Proteaceae incluida en la subfamilia Grevilleoidea y la tribu Macadamieae (HALLOY *et al.*, 1996; MEDEL y MEDEL, 2000).

Crece desde Valparaíso, por la costa, hasta las islas Guaitecas (DONOSO, 1978; HOFFMANN, 1997).

No forma habitualmente bosques puros; se desarrolla de manera aislada, crece generalmente entremezclado con otras especies del bosque húmedo (RODRIGUEZ *et al.*, 1983; HOFFMANN, 1997).

Es una especie de sotobosque que en algunas ocasiones alcanza el dosel intermedio (DONOSO, 1978). De rápido crecimiento, particularmente en las áreas que se recuperan después de haber sido afectadas por la explotación, roce, o incendios del bosque (RODRIGUEZ *et al.*, 1983).

Crece en distintas topografías, se puede encontrar en hábitat con variadas condiciones de suelo, grado de humedad y luz (HOFFMANN, 1997).

Los suelos pueden ser altamente orgánicos y drenados, o bien, pantanosos y saturados. Generalmente crece en suelos ácidos (HALLOY *et al.*, 1996).

Se adapta desde climas templados – oceánicos a fríos y altamente lluviosos como los del sur de Chile. Tiene gran tolerancia a situaciones de sequía, viento y heladas (HALLOY *et al.*, 1996).

**2.1.1 Características botánicas.** El árbol alcanza unos 20 m. de altura, también se presenta comúnmente en forma de arbusto (RODRIGUEZ *et al.*, 1983; HOFFMANN, 1997; HALLOY *et al.*, 1996).

Al igual que otras proteáceas desarrolla raíces proteiformes. GRINBERGS *et al.* (1987); RAMÍREZ *et al.* (1990), señalan las características y condiciones de su formación.

Las hojas de esta especie son siempreverdes. Sus flores son hermafroditas, pequeñas, de color blanco cremoso. Su floración se produce durante los meses de enero y febrero (RODRIGUEZ *et al.*, 1983; HALLOY *et al.*, 1996; HOFFMANN, 1997).

Su fruto es una nuez drupácea de 1,5 a 2 cm. de diámetro. La cáscara es leñosa (DONOSO, 1978; RODRIGUEZ *et al.*, 1983; HALLOY *et al.*, 1996; HOFFMANN, 1997; DONOSO *et al.*, 1993).

La propagación de *Gevuina* se realiza por medio de semillas o esquejes, obteniéndose buenos resultados en ambos casos (RODRÍGUEZ *et al.*, 1983; DONOSO, 1997; GRINBERGS *et al.*, 1987; HALLOY *et al.*, 1996; NAVARRO, 2002).

**2.1.2 Usos de la especie.** Esta especie es muy apreciada en la ornamentación dada su hermosura y aspecto de sus ramas, siendo útil para arreglos florales o para el paisajismo, destacándose además como cortaviento natural (DONOSO, 1978; HALLOY *et al.*, 1996; HOFFMAN, 1997; MEDEL y MEDEL, 2000).

Como producto apícola resulta interesante, dando una miel natural monofloral de excelentes características (DONOSO, 1978; MEDEL y MEDEL, 2000).

La madera es de hermosa veta, empleándose para diferentes fines, sin embargo, nunca ha cobrado mayor importancia debido al escaso volumen que representa (DONOSO, 1978; HOFFMANN, 1997).



**2.1.3 Mercado.** En la actualidad, la participación económica mas importante es la cosecha y comercialización de la nuez que se hace en función de un recurso silvestre, de recolección campesina, con venta ambulante en caminos, ferias locales y pequeño comercio en forma de avellana tostada. Actualmente, también se comercializa en los supermercados de las grandes ciudades, pero en bajo volumen, en contraste con lo que sucede con diversas especies productoras de nueces en el mundo (DONOSO, 1997; MEDEL y MEDEL, 2000).

Además de avellana cruda o tostada, también se comercializa en forma de harina o como sucedáneo del café (KARMELIC, 1982).

Según HALLOY *et al.* (1996), señala que *Gevuina* está lentamente abriendo sus mercados, ya que posee un gran potencial como alimentación humana por su similitud a la macadamia y el avellano europeo. Por lo tanto, una buena campaña de mercado podría posicionar este producto nativo y natural, tanto a nivel local como mundial, viéndose favorecida si se contara con una selección genética previa que privilegie la calidad (MEDEL y MEDEL, 2000).

Para la exportación *Gevuina* tiene las ventajas de tener un bajo volumen, alto precio, larga duración del producto y por lo tanto con altos beneficios por unidad transportada, además de la importancia para el desarrollo de la industria local a través de la obtención de su aceite o utilización como producto cosmético (HALLOY, 1993).

Según IESLABO (2003), el aceite se está utilizando principalmente en cosmética en EE.UU., Japón y Francia debido a sus efectos oclusivos.

## **2.2 Material vegetal.**

La gran variabilidad de la especie en Chile distribuida a través de un amplio territorio con diversas condiciones edafo – climáticas, definió el trabajo del Programa de Mejoramiento Genético y Productivo de *Gevuina*, desarrollado desde 1987 (MEDEL y MEDEL, 2000).

Los objetivos de este programa son : Obtener genotipos para la producción de nueces de calidad para el mercado fresco y agroindustrial; seleccionar clones en función del contenido de ácidos grasos, vitaminas, aminoácidos y minerales para su uso nutricional, fitoterapéutico y farmacológico y seleccionar árboles semilleros con aptitud maderable (MEDEL y MEDEL, 2000).

Los mismos autores señalan que bajo este programa se obtuvieron 119 accesiones de ecotipos locales de *Gevuina* entre los paralelos 39° y 41° latitud sur (IX y X Región de Chile).

Actualmente existen dos series (SAR y VAX) con once clones cada uno, que poseen buenos índices productivos bajo condición de secano, estrés hídrico estival y baja fertilidad natural de suelos (MEDEL y MEDEL, 2000; MEDEL, 2001).

En estudios realizados en ambas series se ha comprobado la alta productividad de frutos, obteniéndose clones con 24 a 25 kg. de nueces /árbol para la serie SAR y 27 - 33 kg. de nueces / árbol en la serie VAX ( MARTINEZ 2001; MEDEL 2001; SILVA 2002 ).

Estos datos demuestran las ventajas de los procesos de selección clonal, que facilitan la obtención de clones de calidad y altamente productivos (MEDEL, 2001; SILVA 2002).

## **2.3 Frutos.**

La principal razón del desarrollo productivo y comercial de *Gevuina* está relacionada con la alta calidad de sus nueces, vislumbrándose como un producto potencial en la agroindustria y la industria farmacológica (MEDEL y MEDEL 2000; MEDEL, 2001).

**2.3.1 Características físicas y fenológicas de la nuez.** La nuez drupácea, posee una cáscara leñosa, su color varía de verde a negro, según el grado de madurez. (DONOSO, 1978; RODRIGUEZ *et al.*, 1983; HOFFMANN, 1997;

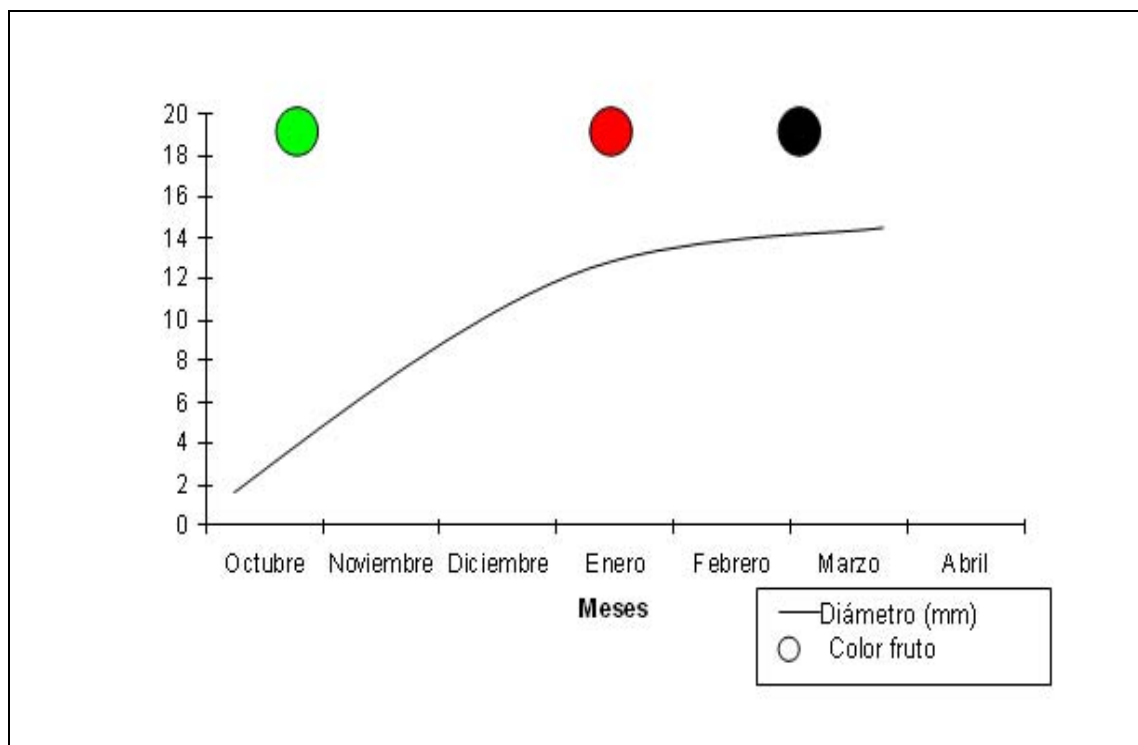
Su pericarpio es aproximadamente de 3 mm, grueso y bastante flexible, éste puede llegar a pesar  $\frac{3}{4}$  del peso total del fruto, cuando se encuentra fresco (HALLOY *et al.*, 1996).

Su semilla es redonda, ligeramente arrugada, de 1 – 1,4 cm de diámetro, y de color café – rojiza (RODRIGUEZ *et al.*, 1983). Es comestible de agradable sabor (KARMELIC, 1982).

Según SILVA (2002), para obtener una nuez comestible son necesarios dos años. En verano del año 1 se produce la floración, polinización, fecundación y cuaja; que ocurre en los meses de enero a marzo, luego por el descenso de las temperaturas se detiene el crecimiento hasta la primavera.

Como se observa en la Figura 1, desde octubre hasta enero del segundo año comienza un crecimiento rápido del fruto que es acompañado por la pigmentación (SILVA, 2002).

La cosecha se realiza en el mes de febrero, marzo y abril, luego de su caída natural (DONOSO, 1978; SILVA, 2002).



**FIGURA 1 Crecimiento y fenología de la nuez.**

FUENTE: Adaptado de SILVA (2002).

**2.3.2 Producción.** Según DONOSO (1978), en avellanos provenientes de semillas, se comienzan a producir frutos a muy temprana edad. Las primeras fructificaciones en algunos árboles se observan a los siete años de edad, su producción fluctúa de 0,32 a 2,0 kg llegando a 4,18 kg por árbol.

Sin embargo, MEDEL (2001), ha obtenido en plantas propagadas vegetativamente y seleccionadas por su productividad desde 25 a 33 kg por árbol.

El aumento de nueces se produce de un año a otro, llegando a un peak a los trece y catorce años de edad (DONOSO, 1997). En plantas propagadas vegetativamente se llega a un peak productivo a los 8 a 10 años de edad (MEDEL, 2001).

**2.3.3 Usos de la nuez.** Las características de la nuez de *gevuin*, hacen que pueda ser utilizada en alimentación animal o humana, en la industria farmacológica y cosmetológica.

2.3.3.1 Alimentación humana. En el interior de su pericarpio se encuentra la parte comestible, formada básicamente por dos cotiledones, que puede ser consumida bajo diferentes formas (fresca, deshidratada y tostada) (HALLOY *et al.*, 1996; MEDEL y MEDEL, 2000).

Los principales productos son : avellana tostada para consumo directo o en productos de confitería y pastelería, avellana tostada salada como “snack”, harina entera o desgrasada para uso en confitería, pastelería, alimentos infantiles y como aceite comestible (KARMELIC, 1982; MEDEL y MEDEL, 2000).

Su aceite es de gran calidad, cuyo sabor es comparable al que ostenta el cotizado aceite de oliva (HALLOY *et al.*, 1996). Según TERRASOL (2003), es de suave y agradable sabor.

Desde el punto de vista nutricional entre los aceites comestibles comerciales, el de avellana, es el que tiene menores contenidos de ácidos grasos saturados (MEDEL, 1987; KARMELIC, 1982; BERTOLI *et al.*, 1998; MEDEL y MEDEL, 2000).

Por su alto valor de monoinsaturados que sumados a los ácidos grasos esenciales linoleico y linolénico representa un potencial de gran interés en la industria de aceites comestibles (MEDEL y MEDEL, 2000).

Lo anterior, junto con la gran cantidad de ácido oleico (40%) y  $\alpha$ -tocotrienoles, lo hacen una fuente alimentaria que reducen los riesgos patológicos en los seres humanos, como, la reducción del colesterol, y prevención de enfermedades coronarias (BERTOLI *et al.*, 1998; SAVAGE, 2000).

2.3.3.2 Alimentación animal. Según HALLOY *et al.* (1996), el alto contenido de proteínas que contiene *Gevuina* es una atractiva opción para la alimentación animal, utilizando el desecho industrial, lo cual le daría un valor comercial adicional.

Además KARMELIC (1982), señala que la torta extraída resultante de la obtención de aceite representa una buena fuente para la alimentación animal, especialmente por su elevado contenido de proteínas.

CACERES *et al.* (1982), realizaron experimentos en el cual incluyeron el fruto de avellano chilena en raciones de pollas Cornisch en el período comprendido de 0 y 30 días de edad, obteniendo un aumento de un 37% en el peso de los animales utilizando un 20% de frutos en las raciones.

DONOSO (1997), señala que las avellanas sin ningún tratamiento pueden utilizarse en alimentación para cerdos, como se realiza en Chiloé, donde se han obtenido carnes de excelente calidad.

2.3.3.3 Usos fitoterapéuticos y farmacológicos. Por el interesante contenido de ácido palmitoleico, el aceite de avellanas se puede utilizar en cosmética, como bronceador solar, por su propiedad de absorber las radiaciones bajas de espectros U.V actuando como filtro, eliminando las radiaciones que producen eritemas en la piel y permitiendo el paso de aquellas longitudes de onda que permiten un bronceado sin daño para la piel (KARMELIC, 1982; MEDEL 1987; MEDEL y MEDEL, 2000).

La absorbancia de este aceite alcanza rangos de 190 a 350 nm<sup>1</sup>. Según PHARMOS ALOE VERA (2002), el aceite tendría un factor 10. Además, reemplaza el ácido palmitoleico de la piel previniendo el envejecimiento (SINTETICA, 2002).

---

<sup>1</sup>MEDEL, F. (2003) Ing. Ag. M. Sc., Ph. D. Profesor Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Comunicación Personal.

La importancia farmacológica del aceite de gevuin radica en la presencia de algunos productos recientemente descubiertos y su relación con la vitamina E (MEDEL y MEDEL, 2000). Estos productos son pequeñas trazas de  $\alpha$  y  $\gamma$  tocoferoles y  $\beta$  y  $\delta$  tocotrienoles, destacándose la porción  $\alpha$  éste último, poco común en otros aceites (BERTOLI *et al.*, 1998).

2.3.3.4 Usos del pericarpio. La cáscara de *Gevuina* es rica en taninos, que se destinan a curtiduría o combustible, éste es de gran poder calórico similar al de la leña (3.900 Kcal /kg con 10, 9% de humedad; base seca: 4.700 Kcal /kg) (HOFFMANN, 1997; MEDEL y MEDEL, 2000). Por lo tanto, después de procesada la nuez, la extracción de taninos de la cáscara puede ser utilizada como una fuente de ingreso secundario (HALLOY *et al.*, 1996).

FRANCO *et al.* (2001), señalan que las cáscaras de avellanas chilenas no tienen valor alguno, por lo tanto, se puede emplear como subproducto extrayendo su aceite para uso alimentario o cosmético, ya que es un antioxidante y filtra los rayos UV, su máxima absorbancia se localiza entre 250 y 280 nm, además se puede emplear para estabilizar otros aceites.

**2.3.4 Composición fitoquímica de los frutos.** Las nueces en general, son una excelente fuente de aceites, antioxidantes, vitaminas, particularmente tocoferoles (SAVAGE, 2000).

Es así como las semillas de avellana además de presentar un sabor muy apreciado, posee un importante valor alimenticio, especialmente por su aporte en proteínas y lípidos (KARMELIC, 1982).

2.3.4.1 Análisis proximal. A continuación se presentan las principales características químicas de *Gevuina avellana* Mol. (Cuadro 1).

Según DONOSO (1978), el fruto de avellano es de excelente calidad proteica, incrementándose sobre un 16% en la harina desgrasada (SCHMIDT-HEBBEL y PENNACHIOTI, 1985; URTUBIA, 1986).

Además, URTUBIA (1986), señala que la calidad biológica de la proteína es comparable a la caseína, reconocida por su excelente calidad.

En cuanto al contenido de aminoácidos VILLARROEL *et al.* (1987) y VILLARROEL *et al.* (1999), señalan que la composición de aminoácidos esenciales en la harina de *Gevuina* tiene un buen balance nutricional a excepción del contenido de lisina y treonina.

**CUADRO 1 Análisis proximal del fruto de *Gevuina avellana* Mol.**

(%)	Voullieme (1982)	Schmidt y Pennachioti (1985),	Karmelic (1982)	Karmelic (1982) (harina desgrasada)
<b>Humedad</b>		7,5	7,1	4,6
<b>Proteína bruta</b>	12,4	12,4	12,6	24,3
<b>Extracto etéreo</b>	46,4	49,3	47,6	1,8
<b>Hidratos de carbono</b>	27,8 (extracto libre de N)		20,5	55,1
<b>Cenizas totales</b>	3,2	2,8	4,1	5,6
<b>Fibra cruda</b>	10,2	3,6	4,9	8,6
<b>Calorías</b>		555	680	

#### 2.4 Aceite de *Gevuina avellana* Mol.

En general, las nueces poseen un alto contenido de grasas similar a las de otros aceites vegetales (SAVAGE, 2000). Monckeberg y Garrido (1975) citados por HALLOY *et al.* (1996), señalan que el contenido de lípidos de *Gevuina* es comparable al de semilla de raps, maravilla y maní.



En estudios realizados por BERTOLI *et al.* (1998); KARMELIC (1982); SCHMIDT-HEBBEL y PENNACHIOTI (1985) señalan, que la semilla de *Gevuina* contiene un 46 a un 49 % de lípidos.

**2.4.1 Contenido de ácidos grasos.** Se pueden definir dos grandes grupos de ácidos grasos: los saturados y los insaturados (MASSON y MELLA, 1985).

Los mismos autores señalan que los ácidos grasos insaturados pueden ser monoinsaturados, es decir, tener únicamente un enlace doble en la molécula, o poliinsaturados con dos o más dobles enlaces.

BERTOLI *et al.* (1998), señala que los mayores componentes en el aceite de *Gevuina* son los ácidos grasos monoinsaturados, principalmente C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:1</sub> y C<sub>22:1</sub>, que representan más del 85% del total de los ácidos grasos. Lo anterior coincide con estudios realizados por MASSON y MELLA (1985) y KARMELIC (1982). El resto son ácidos grasos saturados y poliinsaturados principalmente C<sub>18:2</sub>. (BERTOLI *et al.*, 1998).

Como se observa en el Cuadro 2, el aceite de *Gevuina* contiene cantidades inusuales de isómeros de ácidos grasos monoinsaturados de la familia n-5, que, en general, han sido encontrados en microorganismos y no son comunes en plantas vegetales (MASSON y MELLA, 1985; BERTOLI *et al.*, 1998).

Según VICKERY (1971), estos ácidos grasos son propios de las proteáceas, siendo el ácido palmitoleico poco común en otros aceites vegetales.

Este ácido graso es en parte responsable de absorber las radiaciones bajas del espectro ultravioleta, actuando como filtro solar con buena penetración en la piel, por lo que la cosmetología tiene un producto natural de gran interés (KARMELIC, 1982; MEDEL, 1987).

Otro ácido graso importante es el ácido oleico que en aceite de avellana chilena se presenta con valores de 40% (MASSON y MELLA, 1985).

Dentro de los poliinsaturados se encuentra el ácido linoleico y linolénico, los cuales son ácidos grasos esenciales (BERTOLI *et al.*, 1998). Esta asignación se debe a que su ausencia provoca síndrome de deficiencia en el organismo animal (MASSON y MELLA, 1985).

De los ácidos grasos saturados, el ácido palmítico C<sub>16:0</sub> es uno de los más ampliamente distribuidos en la naturaleza, ya que se encuentra presente en casi todos los tipos de aceite. El aceite de *Gevuina* lo contiene en 1,8%. (MASSON y MELLA, 1985).

**CUADRO 2 Ácidos grasos contenidos en el aceite de *Gevuina avellana* Mol.**

Acido grasos	Masson y Mella (1985) (%)	Karmelic (1982) (%)	Bertoli <i>et al.</i> (1998) (%)
C <sub>12:0</sub> Laurico	Trazas		
C <sub>14:0</sub> Mirístico	Trazas		
C <sub>16:0</sub> Palmítico	1.8	1.8	1.9
C <sub>18:0</sub> Esteárico	0.8	0.5	0.5
C <sub>20:0</sub> Eicosanoico	1.6	1.3	1.4
C <sub>22:0</sub> Docosanoico	2.0	3.1	2.2
			0.5 C <sub>24:0</sub>
<b>Total saturados</b>	<b>6.2</b>		<b>6.5</b>
C <sub>16:1</sub> Palmitoleico	24.0	27.6	22.7 C <sub>16:1</sub> Δ <sup>11</sup>
C <sub>18:1</sub> Oleico	40.0	39.8	39.4 C <sub>18:1</sub> Δ <sup>9</sup>
C <sub>20:1</sub> Licosanoico	7.3		6.2 C <sub>18:1</sub> Δ <sup>12</sup>
C <sub>22:1</sub> Docosanoico	9.8		3.1 C <sub>20:1</sub> Δ <sup>11</sup>
			6.6 C <sub>20:1</sub> Δ <sup>15</sup>
			7.9 C <sub>22:1</sub> Δ <sup>17</sup>
			1.6 C <sub>22:1</sub> Δ <sup>19</sup>
<b>Total</b>	<b>81.1</b>		<b>87.5</b>
<b>monoinsaturados</b>			
C <sub>18:2 n-6</sub> Linoleico	8.5	6.9	5.6 C <sub>18:2</sub> Δ <sup>9,12</sup>
C <sub>18:3 n-3</sub> Linolénico	2.6	10.1	0.1 C <sub>18:3</sub>
<b>Total</b>	<b>11.1</b>		<b>5.7</b>
<b>Poliinsaturados</b>			
<b>Otros</b>			0.3

FUENTE: MEDEL y MEDEL (2000)

**2.4.2 Contenido de tocoferoles y tocotrienoles.** En estudios realizados por BERTOLI *et al.* (1998), en el aceite de semilla de avellana chilena, encontraron trazas de α y γ- tocoferoles. Según estudios realizados por SAVAGE (2000), en macadamia, otra proteacea, las bajas cantidades de tocoferoles se deben al menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados que presentan estas especies.

También se encontraron pequeñas cantidades de  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ - tocotrienoles, pero en mayor cantidad  $\alpha$ - tocotrienoles (130 – 150 mg/kg), siendo este último el mayor antioxidante de éste aceite (BERTOLI *et al.*, 1998; MASSON *et al.*, 2002).

BERTOLI *et al.* (1998); MASSON *et al.* (2002), señalan que un alto contenido de tocotrienol con respecto al tocoferol, no es comúnmente encontrado en aceites vegetales.

**2.4.3 Estabilidad del aceite de gevuin.** Según KARMEVIC (1982), la estabilidad de los aceites depende del grado de insaturación de los ácidos grasos constituyentes. El mismo señala que el aceite de avellana posee un alto grado de ácido linoleico, por lo tanto, presenta una tendencia a la oxidación (rancidez).

Sin embargo, BERTOLI *et al.* (1998); MASSON *et al.* (2002), señalan que el aceite de la semilla de *Gevuina*, tiene una alta estabilidad oxidativa, esto debido a su bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados y por la presencia de tocotrienol.

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Ubicación y época.

La cosecha de las nueces de nueve clones de avellano chileno (*Gevuina avellana* Mol.) se realizó en los primeros 15 días de marzo de los años 2001 y 2002, en el arboretum frutal de la estación experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile ubicada entre los paralelos 39° 45'30'' latitud sur y los meridianos 73° 13'50'' y 73° 14'55'', a una altura de 12 m.s.n.m,

La extracción y análisis de aceites se realizó en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Agrarias y el Laboratorio de Medicina Preventiva de la Facultad de Ciencias Veterinarias, ambos de la Universidad Austral de Chile y en el Laboratorio de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile.

Los análisis se realizaron por un período de tres meses a partir del 1° de agosto del 2001 y del 27 de marzo del 2002.

#### 3.2 Material vegetal y manejo.

Las nueces se obtuvieron de nueve clones de Gevuin de la serie SAR. Estos fueron: 04, 26, 37, 48, 59, 69, 71, 80 y 93, los cuales se seleccionaron por presentar una buena aptitud productiva (Anexo 1) .

La edad de las plantas seleccionadas era de 14 (2001) y 15 años (2002) al momento de la cosecha de los frutos. El marco de plantación de éstas es de 6.0 x 6.0 (278 plantas/ha).

Las plantas crecieron en forma natural, sin aplicación de pesticidas, fertilizantes y riego. No fueron sometidas a ningún tipo de manejo a excepción de una siega del pasto en el momento previo a la cosecha.

El clima del lugar es templado – húmedo con influencia marítima, presentando isotermas anuales de 11° y 12 °C, las precipitaciones alcanzan como promedio 2.200 – 2.700 mm de agua caída, en un período de 184 días (NISSEN, 1974, MEDEL, 1987)

El suelo es trumao perteneciente a la serie Valdivia los cuales se caracterizan por altos niveles de materia orgánica, pH ácidos, con bajos contenidos de fósforo aprovechable y deficiencias de bases. Es un suelo tipo B, es decir con limitaciones ligeras. Posee una capacidad de uso II y III, 0,63 g/cc de densidad aparente y 65% de porosidad total. (NISSEN, 1974; MEDEL, 1988).

### **3.3 Cosecha de las nueces.**

La toma de muestra se realizó al azar en el momento de madurez de los frutos durante los primeros 10 días de marzo, cosechando aproximadamente un kilogramo por clon, los cuales antes de ser tratados se mantuvieron en bolsas de papel dentro de un refrigerador a  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  evitando así su deshidratación.

Se seleccionaron 200 frutos de gevuin por cada clon para obtener una muestra homogénea. Se obtuvo el peso fresco de la nuez (g) a través de una balanza analítica y con un pie de metro se les midió su diámetro polar (mm) y ecuatorial (mm) . Luego se les eliminó el pericarpio para obtener la semilla pura, la cual se pesó (g) y se les midió su diámetro ecuatorial (mm) (Anexo 2). En el año 2002 sólo se obtuvo el peso fresco de la nuez (g), semilla (g) y pericarpio (g) (Anexo 3).

Las nueces seleccionadas se guardaron en bolsas de papel y fueron sometidas a deshidratado en horno aire forzado Memmert por 48 horas a 45°C hasta alcanzar una humedad constante y así facilitar la extracción posterior de los lípidos. Este mismo procedimiento se realizó sin el pericarpio por un tiempo de 5 días. Posteriormente se realizó la molienda del material en molino Mill 14920 obteniendo un tamaño de partícula de 1 mm.

Adicionalmente en el año 2002 se realizó la molienda de los pericarpios de gevuin, los cuales tuvieron igual tratamiento que las semillas, para luego realizar las determinaciones químicas.

### **3.4 Extracción y determinación de la materia grasa.**

Para caracterizar el perfil lipídico de la nuez de gevuin se utilizaron los métodos que se señalan a continuación.

**3.4.1 Extracto etéreo.** La extracción del aceite se realizó a través del Método de Soxhlet según normas de la ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC) (1982) N° 27.006 para frutos secos

Se pesaron 5 g de muestra macerada, la cual se empaquetó en papel filtro. Se utilizó como solvente 65 mL de éter de petróleo. La muestra se introdujo en un extractor tipo Soxhlet, y se mantuvo la extracción a reflujo durante 6 horas. Posteriormente se realizó la destilación del éter de petróleo y se llevo a estufa a 60°C por 10 minutos para eliminar los residuos del solvente. Este mismo procedimiento se realizó para los pericarpios.

**3.4.2 Preparación de esteres metílicos.** Se trabajó con el método de metilación ácida – alcalina (Norma UNE 55037 – 73) utilizando una muestra de 100 – 250 mg. de aceite por clon.

**3.4.3 Determinación de ácidos grasos.** Se realizó a través de la cromatografía gas – líquido (CGL). Se utilizó el método de la norma ISO/TC 34 SC 11N643 para la determinación del contenido de isómeros y ácidos grasos del aceite de avellana. Una vez preparados los esteres metílicos se realizó su análisis por CGL.

En el año 2001 se utilizó el cromatógrafo de gases modelo Hewlet Packard 5890 serie II, con detector de ionización de llama (FID), equipado con columna capilar detectora de isómeros con el objeto detectar isomerismos en los ácidos grasos.

En el año 2002 la determinación de ácidos grasos se realizó a través del cromatógrafo Perkin Elmer modelo Sigma 300 con detector de ionización de llama (FID) con columna de vidrio empacada (SUPELLO 10% SP).

En ambos casos las condiciones de temperatura para el detector fue de 230 °C y para la columna una temperatura constante de 160 °C. Los gases utilizados fueron nitrógeno, hidrógeno y aire.

Para proceder con la cromatografía se inyectó 0,2 µl de sobrenadante y para la identificación de los ácidos grasos se utilizó ésteres metílicos patrones de calidad cromatográfica (18919 – 1 AMP) (SUPELCO, 2000).

### **3.5 Observaciones y mediciones.**

Se evaluó el contenido total de materia grasa, ácidos grasos e índice de insaturación por cada clon para el aceite de semillas de *Gevuina*. En el caso del aceite de pericarpios de *Gevuina*, sólo se presentan datos preliminares por obtener éstos en una sola temporada.

**3.5.1 Materias grasas totales.** Expresada en porcentaje base peso seco total (%).

**3.5.2 Ácidos grasos.** Se midieron a través de porcentajes (%) de ácidos grasos ésteres metílicos (FAME).

**3.5.3 Índice de insaturación.** El índice de insaturación es el cociente entre ácidos grasos insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados) y el total de ácidos grasos saturados.

### **3.6 Tratamiento estadístico de los datos.**

El tratamiento estadístico consistió en constatar la distribución normal a través del test estadístico de normalidad de Shapiro – Wilks con un nivel de significancia de 1%.

Se verificó la homogeneidad de las varianzas en los datos, con el test estadístico de Bartlett con un nivel de significancia de 1%.



Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una comparación de medias a través de la prueba de LSD, considerando como significativamente diferentes valores de  $p \leq 0,05$ . (LITTLE, 1976).

El análisis y las pruebas estadísticas se hicieron a través del programa computacional Statgraphics plus 2.0.

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan y se discuten los resultados de los análisis realizados en las nueces de nueve clones de *Gevuina avellana* Mol., los cuales consistieron en determinar el contenido de materias grasas, ácidos grasos, isómeros y la relación insaturación/saturación.

Es importante señalar que los estudios referentes al tema son escasos y generalmente no se conoce la procedencia de la nuez en cuanto a características de la planta, clima, suelo, tamaño de la muestra y tipo de muestreo, además en algunos casos no se precisan metodologías químicas analíticas. Sin embargo, y como primera aproximación, estos estudios se utilizaron como medio de discusión para evaluar el material genético, al igual como se realizó anteriormente con las propiedades físicas de la nuez y rendimientos.

##### 4.1 Materia grasa total.

Para los distintos clones y años se obtuvo el contenido de materias grasas totales extraídas de los cotiledones, evaluándose diferencias en función de dos factores de variación (clon y año) y la interacción respectiva.

**4.1.1 Clones y contenido de lípidos totales.** El contenido de lípidos en los clones de gevuin, mostró diferencias significativas entre éstos (Cuadro 3).

Los valores fluctuaron entre 46,54 a 52,27 %, ésta última cifra destacada al compararla con la literatura. SCHMIDT-HEBBEL y PENNACHIOTI (1985), obtuvieron un 49,3% de lípidos en gevuin. En cambio, en estudios de KARME LIC (1982) y BERTOLI *et al.* (1998), no superaron el 47%.

Por lo tanto, los contenidos de lípidos encontrados en este estudio resultan interesantes, ya que cinco de los clones analizados alcanzaron cifras superiores al 50%.

Con respecto, a los genotipos estudiados, SAR 04 y SAR 37 fueron los que presentaron la mayor cantidad de materias grasas en contraste a SAR 80 y SAR 69 que alcanzaron un 46,54% y un 46,87% respectivamente.

**CUADRO 3 Materia grasa total en nueve clones de gevuin.**

CLONES SAR	Materia grasa total (%)
80	46.54 d
69	46.87 d
48	48.14 c
59	48.20 c
71	50.11 b
26	50.45 b
93	50.64 b
37	52.05 a
04	52.27 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Los resultados expuestos verifican que dentro de la misma especie puede existir una importante variabilidad en el contenido de lípidos. Esto concuerda con lo señalado por Zwartz *et al.* (1999) y Kaijser *et al.* (2000), citados por SAVAGE (2000), quienes en estudios realizados en nogales (*Juglans regia* L.) y macadamia (*Macadamia tetraphylla* L.), comprobaron que el total de grasas en estas especies difieren según el cultivar (Anexo 6).

**4.1.2 Años y contenido de lípidos totales.** En los dos años de estudio se obtuvieron diferentes promedios de materia grasa total en las semillas de gevuin (Cuadro 4). El año 2001 los lípidos alcanzaron un 52,27%, cifra muy superior al 46,67% que se obtuvo en el segundo año.

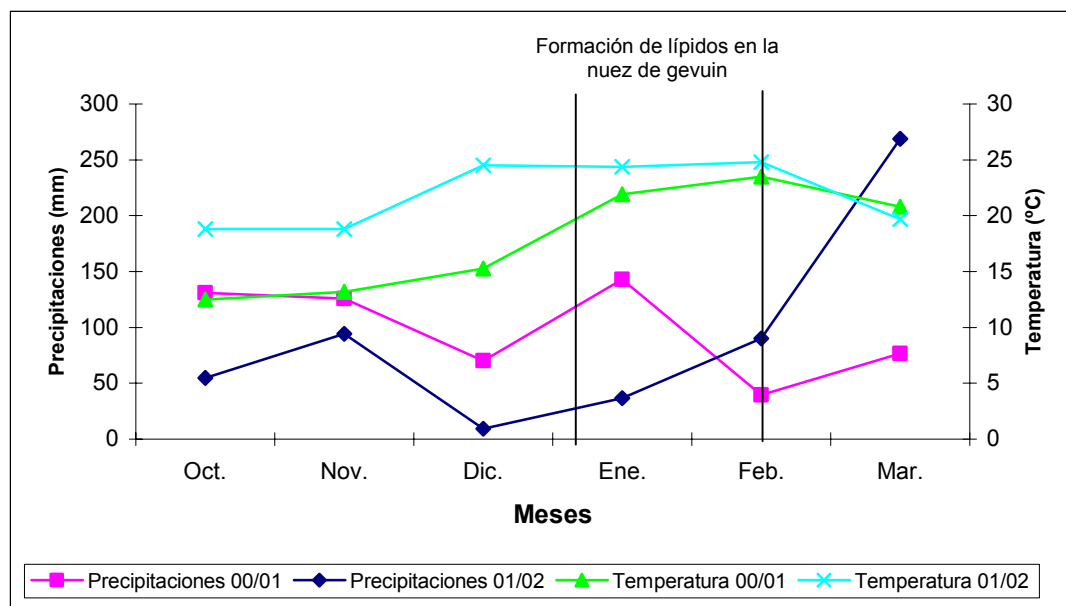
**CUADRO 4** Materia grasa en cotiledones de gevuin para cada año.

<b>Año</b>	<b>Materia grasa total (%)</b>
2002	46.67 b
2001	52.27 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Esta diferencia entre años coincide con una disminución de las precipitaciones ocurrida en el segundo año.

La Figura 2 muestra el registro de precipitaciones y temperaturas medias en los años de estudio, observándose una gran variación entre ambos períodos respecto de las precipitaciones. En los meses de enero y febrero del 2001 las precipitaciones acumuladas alcanzaron 182,6 mm. En el mismo período del año 2002, éstas fueron de 126,9 mm, por lo tanto, el contenido de agua en el suelo en función de las lluvias caídas fue menor en el último año. Además, las temperaturas en estos mismos períodos alcanzaron una media de 22,7 °C el año 2001 y 24,5 °C en el año 2002.



**FIGURA 2 Promedios de precipitaciones y temperaturas mensuales en la temporada de formación del fruto de gevuin, año 2000- 2002.<sup>2</sup>**

Por otra parte, esta variación en las precipitaciones sucede en el período de formación de grasas en la nuez de gevuin.

Según SAVAGE (2000), en macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), otra proteácea, la acumulación de aceites en la nuez se inicia cuando termina el crecimiento de ésta y se empieza a producir el endurecimiento del pericarpio. Además, señala que los lípidos se acumulan rápidamente en el fruto durante el verano, cuando los azúcares reductores decrecen.

Los estudios realizados por SILVA (2002), señalan que gevuin comienza a detener su crecimiento a mediados de enero, cuando el fruto alcanza el color rojo, por lo tanto, la acumulación de grasas en la nuez sería entre los 20 – 30 días antes de la madurez fisiológica y cosecha.

<sup>2</sup> ESTACIÓN METEOROLÓGICA ISLA TEJA (2002). Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

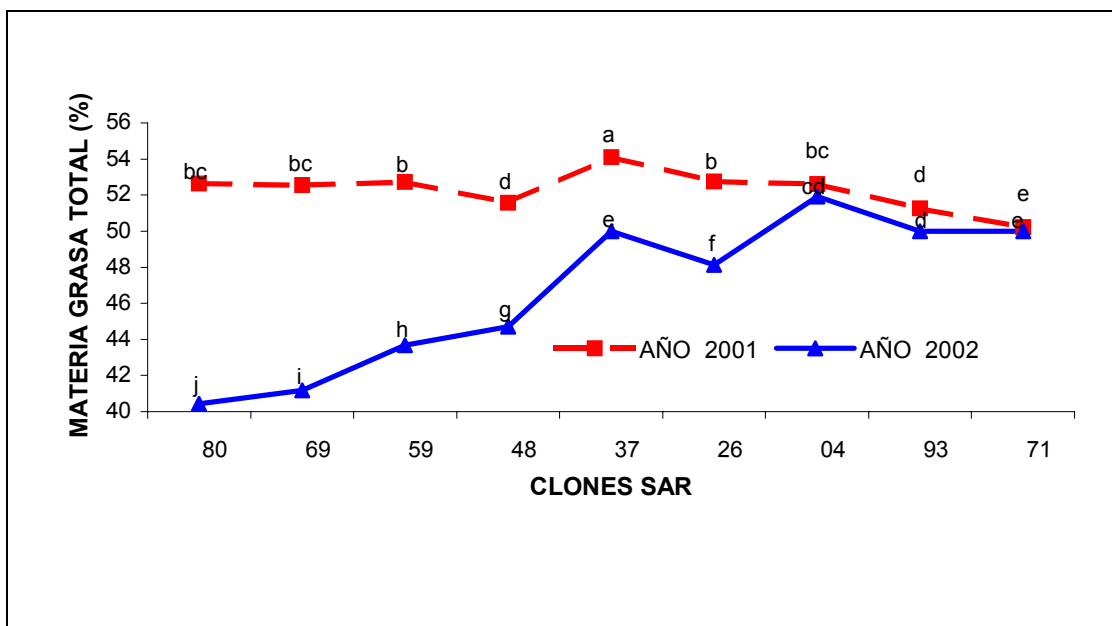
Lo anterior se relacionaría con la reducción de lípidos totales en la nuez en el año 2002, producto de un estrés hídrico producido por una disminución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas en el período de formación de aceites en la nuez.

Tal como lo señalan MAZZANI (1963) y VRANCEANU (1977), en estudios realizados en otras plantas oleaginosas, en los cuales las caídas de lluvias en la época de formación de las semillas tienen una influencia favorable sobre la acumulación de aceites, no sólo debido a la mejora del abastecimiento del agua, sino también a la disminución de la temperatura del aire y del aumento de la humedad atmosférica.

Aquellas plantas que sufren de estrés hídrico, disminuyen la fotosíntesis, por lo tanto, la translocación de nutrientes a los frutos y su tamaño también se ven perjudicados (HALE y ORCUTT, 1987; TAIZ, 1991). Además, MAZZANI (1963); SALISBURY y ROSS (2000), señalan que las grasas acumuladas en las semillas y frutos se sintetizan en estos órganos a partir de sacarosa y otros azúcares translocados, por lo tanto, si éstos disminuyen la cantidad de lípidos sintetizados también lo harán.

Estas diferencias genéticas entre clones y la variación climática entre años posibilitan una interacción.

**4.1.3 Interacción presentada entre los clones y los años.** La Figura 3 muestra la interacción mencionada, en ella se puede observar que un mismo clon presenta resultados diferentes de un año a otro en el contenido de lípidos totales, siendo los genotipos SAR 80, 69, 59, 48, 37 y 26 los que presentan las mayores diferencias entre años.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

**FIGURA 3 Interacción entre clones y años para materia grasa total de gevuin.**

Los genotipos SAR 93, 71 y 04 mantuvieron sus contenidos de lípidos independientes de la situación climática.

Esta resistencia al estrés hídrico, podría deberse a la menor envergadura de estas plantas. Según los estudios de SILVA (2002), estos clones fueron los que presentaron el menor tamaño y desarrollo de su masa foliar, por lo tanto, las pérdidas de agua por evapotranspiración serían menores, haciéndolos más adaptables a la sequía estival.

Por otra parte, al comparar los diferentes clones en un mismo año se puede observar que existe una menor variación del contenido de materia grasa cuando no existe estrés hídrico con respecto al año con menores precipitaciones.

#### 4.2 Ácidos grasos.

La cromatografía de gas - líquido (CGL), determinó los distintos esteres metílicos de los ácidos grasos (FAME) contenidos en el aceite de cotiledones de

gevuin. Estos contenidos se presentan en tres grandes grupos: ácidos grasos saturados, poliinsaturados y monoinsaturados.

**4.2.1 Ácidos grasos saturados.** Para los ácidos grasos saturados se analizan los genotipos y la variación entre los años 2001 y 2002.

4.2.1.1 Variación clonal. En los ácidos grasos saturados totales se encontraron diferencias significativas entre clones de acuerdo a lo expuesto en el Cuadro 5.

**CUADRO 5 Contenido de ácidos grasos saturados totales (%FAME).**

Clones SAR	Total de ácidos grasos saturados
59	6.06 d
26	6.63 cd
48	6.90 cd
80	7.03 cd
37	7.09 bcd
93	7.10 bcd
69	7.42 abc
71	8.41 ab
04	8.49 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Las concentraciones de ácidos grasos saturados fluctuaron entre un 6,06 a un 8,49%. MASSON y MELLA (1985) y BERTOLI *et al.* (1998), alcanzaron un promedio de 6,5 %, siendo similar a los menores contenidos de los clones estudiados.

Por otra parte, al examinar en detalle el tipo de ácidos grasos saturados, no se encontraron diferencias significativas entre clones a excepción del C<sub>20:0</sub> (Cuadro 6).



**CUADRO 6** Contenido de los distintos ácidos grasos saturados por clon (% FAME).

Clones SAR	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>20:0</sub> *	C <sub>22:0</sub>	C <sub>24:0</sub>
04	0,09	2,25	0,82	1,93	2,93	0,47
26	0,06	2,01	0,53	1,55	2,10	0,38
37	0,40	2,05	0,51	1,53	2,17	0,43
48	0,06	2,06	0,51	1,60	2,24	0,44
59	0,06	2,02	0,51	1,55	1,49	0,43
69	0,07	2,14	0,70	1,78	2,33	0,40
71	0,08	2,39	0,81	1,94	2,73	0,46
80	0,06	2,03	0,53	1,63	2,38	0,40
93	0,07	2,06	0,52	1,55	2,48	0,42

\* Existe diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Dentro de los ácidos grasos, el ácido C<sub>14:0</sub> (mirístico), C<sub>18:0</sub> (esteárico) y C<sub>24:0</sub> (tetracosanoico) se encontraron en cantidades que no superaron el 1%.

El ácido C<sub>16:0</sub> (palmítico) es uno de los más importantes dentro de los saturados, alcanzando un rango de 2,01 a 2.39 %. En cambio, KARMELIC (1982); MASSON y MELLA (1985) y BERTOLI *et al.* (1998), no superaron el 1,9 %.

El ácido C<sub>22:0</sub> (docosanoico) se presenta en concentraciones de 1,49 a 2,93%, similar al 2 y 2,2% registrados por MASSON y MELLA (1985) y BERTOLI *et al.* (1998), sin embargo, es inferior al 3,3% encontrado por KARMELIC (1982).

Las diferencias entre clones para el ácido C<sub>20:0</sub> (eicosanoico) se pueden apreciar en el Cuadro 7, con contenidos que oscilaron entre 1,53 a 1,94%.

**CUADRO 7 Contenido de ácido C<sub>20:0</sub> en semillas de gevuin (% FAME).**

CLONES SAR	Acido eicosanoico
37	1.53 b
93	1.55 b
59	1.55 b
26	1.55 b
48	1.60 b
80	1.63 b
69	1.78 ab
04	1.93 a
71	1.94 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Los valores expuestos están dentro de los reportados en trabajos anteriores (1,3 – 1,6%) (KARMELIC 1982; MASSON y MELLA, 1985 y BERTOLI *et al.*, 1998). Sin embargo éstos no definen una variabilidad entre muestras analizadas.

Los mayores contenidos de C<sub>20:0</sub> coinciden con los genotipos que alcanzaron la mayor cantidad de grasas saturadas totales (SAR 71, 04 y 69), por lo tanto, este ácido graso influye en la variación total.

4.2.1.2 Variación entre años. En el Cuadro 8 se aprecia los distintos contenidos de ácidos grasos saturados para los dos años de estudio.

**CUADRO 8 Contenido de ácidos grasos saturados en dos años (% FAME).**

Ácidos grasos saturados		2001	2002
C <sub>14:0</sub>	Mirístico	0.06 a	0.16 a
C <sub>16:0</sub>	Palmítico	1.89 b	2.33 a
C <sub>18:0</sub>	Esteárico	0.71 a	0.49 a
C <sub>20:0</sub>	Eicosanoico	1.65 a	1.69 a
C <sub>22:0</sub>	Docosanoico	2.68 a	1.96 b
C <sub>24:0</sub>	Tetracosanoico	0.53 a	0.32 a
Total saturados		7.52 a	6.95 a

Letras distintas entre años indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

El total de ácidos grasos saturados se mantuvo estable entre los años, producto de un aumento del ácido C<sub>16:0</sub> en el segundo año, compensado por una disminución del ácido C<sub>22:0</sub>.

Al parecer la diferencia en el contenido de lípidos por efecto del clima, discutida anteriormente, no se manifiesta en el total de saturados, pero podría influir en la cantidad de determinados ácidos grasos.

**4.2.2 Ácidos grasos poliinsaturados.** Para el contenido de ácidos grasos poliinsaturados se presentan las diferencias entre los distintos genotipos y la variación entre años.

4.2.2.1 Variación clonal. Los ácidos grasos poliinsaturados no demostraron diferencia entre los genotipos, tanto para sus totales como para los ácidos grasos en particular (Cuadro 9).

**CUADRO 9** Contenido de ácidos grasos poliinsaturados por clon (%FAME).

CLONES SAR	C <sub>18:2 Δ 9C, 12C</sub>	C <sub>18:3 Δ 9C, 12C, 15C</sub>	Total poliinsaturados
04	7.80 a	1.38 a	9.18 a
26	8.13 a	1.39 a	9.52 a
37	8.18 a	1.31 a	9.49 a
48	8.63 a	1.29 a	9.93 a
59	8.30 a	1.34 a	9.64 a
69	7.07 a	1.39 a	8.47 a
71	8.32 a	1.29 a	9.61 a
80	7.77 a	1.41 a	9.18 a
93	8.39 a	1.42 a	9.82 a

Los poliinsaturados totales fluctuaron entre 8,47 y 9,93%, superiores a los encontrados por BERTOLI *et al.* (1998), quienes sólo alcanzaron un 5,7% de estos ácidos grasos.

El ácido C<sub>18:2 Δ 9C, 12C</sub> (linoleico) se presentó en proporciones de 7,07 a un 8,6%, similar al contenido registrado por MASSON y MELLA (1985), quienes obtuvieron un 8,5%, pero inferior al 5,6% señalado por BERTOLI *et al.* (1998).

En general, gevuin al igual que macadamia presentan bajos contenidos de ácido C<sub>18:2 Δ 9C, 12C</sub> al compararlas con otros frutales de nuez como avellano europeo y nogal quienes registran promedios de 13 y 58% respectivamente (SAVAGE, 2000) (Anexo 6). Esto se debe a los mayores contenidos de monoinsaturados de las primeras especies.

El ácido C<sub>18:3 Δ 9C, 12C, 15C</sub> (linolénico) alcanzó un rango de 1,29 a 1,42%, valores superiores a los señalados por BERTOLI *et al.* (1998), quienes sólo obtuvieron un 0,1%. Sin embargo, MASSON y MELLA (1985), encontraron niveles de un 2,6%.

Los últimos autores señalan que una alta presencia de ácido linolénico en las materias grasas le confiere una mayor inestabilidad, que se traduce en una mayor susceptibilidad a desarrollar rancidez oxidativa. Lo anterior, es importante, ya que gevuin presenta en cantidades bajas este ácido, por lo tanto, sus aceites son más estables y pueden enfrentar de mejor forma la oxidación, especialmente por el aumento de temperaturas (BERTOLI *et al.*, 1998).

4.2.2.2 Variación entre años. Al evaluar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los dos años de estudio se verificó que hubo diferencias significativas (Cuadro 10).

**CUADRO 10 Contenido de ácidos grasos poliinsaturados en dos años (% FAME).**

Acidos grasos		2001	2002
C <sub>18:2Δ9C, 12C</sub>	Linoleico	7.63 b	8.51 a
C <sub>18:3Δ9C, 12C, 15C</sub>	Linolénico	0.09 b	2.62 a
Total poliinsaturados		7.72 b	11.13 a

Letras distintas entre años indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

El total de ácidos grasos poliinsaturados fue mayor en el segundo año obteniendo un 11,13%, cifra similar a la obtenida por MASSON y MELLA (1985). Este aumento se debió al mayor contenido del ácido C<sub>18:3Δ9C, 12C, 15C</sub> y C<sub>18:2Δ9C, 12C</sub> en el último año.

Sin embargo, está variación entre ambos años no coincide con la disminución de la materias grasas discutida anteriormente y tampoco con la reducción de las precipitaciones y temperaturas en el primer año que según SALISBURY Y ROSS (2000), harían que los ácidos grasos estén más insaturados, es decir, habrían más cantidad de ácido linoleico y linolénico. Sin embargo, en este caso no sucede, por lo tanto, se puede suponer que existe otro factor que está influyendo en el aumento de este tipo de ácido graso en el segundo año.

**4.2.3 Ácidos grasos monoinsaturados.** Se presenta la variación ocurrida entre los distintos genotipos y en los años de estudio.

4.2.3.1 Variación clonal. Para la mayoría de los ácidos grasos monoinsaturados no existió variación genotípica a excepción del ácido palmitoleico.

**CUADRO 11 Contenido de ácidos grasos monoinsaturados por clon (%FAME).**

Clones	SAR	C <sub>14:1</sub>	C <sub>16:1Δ11cis</sub>	C <sub>18:1Δ9 cis</sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>22:1Δ13cis</sub>	C <sub>22:1</sub>	Total mono-insaturados
			*					
04		0.02	21.73	42.96	7.99	1.74	7.80	82.22
26		0.02	22.10	43.68	8.27	1.48	8.12	83.66
37		0.02	22.50	43.23	8.54	1.39	7.90	83.57
48		0.02	21.93	42.27	8.98	1.33	8.51	83.04
59		0.02	22.57	42.47	8.70	1.37	8.44	83.55
69		0.02	23.38	43.26	8.26	1.42	7.44	83.79
71		0.02	23.72	40.38	8.24	1.58	7.95	81.88
80		0.02	22.36	42.76	8.45	1.59	8.30	83.48
93		0.02	23.57	40.41	8.23	1.68	8.99	82.90

\* Existe diferencias estadísticamente significativas LSD ( $p \leq 0.05$ ).

Como se puede observar en el Cuadro 11, los ácidos grasos monoinsaturados en el aceite de gevuin alcanzan cifras superiores al 80 %, convirtiéndose en los ácidos grasos más importantes de estos aceites.

El contenido total de monoinsaturados entre clones alcanzó niveles de 81,8 a 83,7%, valores que están dentro de lo señalado en la literatura, el cual varía de 81,1 a 87,5% (MASSON y MELLA, 1985; BERTOLI *et al.*, 1998).

Dentro de los ácidos monoinsaturados, el ácido C<sub>18:1Δ<sup>9</sup>cis</sub> (oleico), es uno de los más importantes para el ser humano, ya que ejerce una acción beneficiosa para los vasos sanguíneos por el aumento del colesterol HDL-c o "buen colesterol" contribuyendo a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (MASSON y MELLA, 1985, CONSUMER, 2003). Además, los mismos autores señalan, que este ácido es un parámetro relevante al clasificar y evaluar la calidad de los aceites comerciales de mesa, destacándose el aceite de oliva, quien contiene un 75 % de C<sub>18:1Δ<sup>9</sup>cis</sub>.

En este estudio los clones lograron contenidos de 40,3 a 43,6% de este ácido, superando los reportados en la literatura que no sobrepasan el 40% (MASSON y MELLA, 1985; KARMEIC, 1982 y BERTOLI *et al.*, 1998). Por lo anterior, esta selección de genotipos puede resultar interesante para utilizarlos en la industria de los aceites de mesa.

El ácido graso monoinsaturados que le sigue es el ácido C<sub>16:1Δ<sup>11</sup>cis</sub> (hexadecaenoico) isómero del C<sub>16:1</sub> (palmitoleico), el cual por su importancia se analizará en forma independiente.

Otros ácidos grasos monoinsaturados son el ácido C<sub>22:1</sub> y C<sub>20:1</sub>. En ambos casos, el rango de concentración osciló entre 7,4 y 8,9%. Sin embargo, para el primer ácido la literatura presenta gran variabilidad. BERTOLI *et al.* (1998), encontró un 3,1%, mientras que MASSON y MELLA (1985), un 9,8%. Para el ácido C<sub>20:1</sub>, MASSON y MELLA (1985), obtuvieron un 7,3%. Estas diferencias se deberían a las distintas metodologías utilizadas por lo autores.

En valores menores se encontró el ácido C<sub>22:1Δ13cis</sub> (erúcico) alcanzando un máximo de un 1,7% en el clon SAR 04, lo cual es conveniente para su uso como aceite comestible. Es importante que el ácido erúcico no sea alto en aceites de consumo directo, porque ha sido implicado en el desarrollo de cardiopatías humanas (MASSON y MELLA, 1985; PARODI, 2001). Por lo anterior, en los aceites vegetales no debe exceder el 5% (CHILE, REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 1996)

4.2.3.2 Variación entre años. Como se observa en el Cuadro 12, los monoinsaturados fueron inferiores en el año 2002 disminuyendo de un 84,42 a un 81,77%.

**CUADRO 12 Contenido de ácidos grasos monoinsaturados, en dos años (%FAME).**

Acidos grasos		2001	2002
C <sub>16:1Δ11 cis</sub>	Palmitoleico	22.96 a	22.34 a
C <sub>18:1Δ9 cis</sub>	Oleico	41.85 a	42.91 a
C <sub>20:1</sub>	Eicosanoico	9.28 a	7.53 b
C <sub>22:1 Δ13 cis</sub>	Erúcico	2.02 a	0.99 b
C <sub>22:1</sub>	Docosanoico	8.33 a	7.99 a
Total monoinsaturados		84.42 a	81.77 b

Letras distintas entre años indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Dentro de los ácidos grasos sólo dos manifestaron cambios de acuerdo a la condición del año, el ácido C<sub>20:1</sub> y C<sub>22:1 Δ13 cis</sub>, los cuales disminuyeron en el segundo año de estudio. Los ácidos grasos C<sub>18:1Δ9 cis</sub>, C<sub>16:1Δ11 cis</sub> y C<sub>22:1</sub> no presentaron variación.

El ácido C<sub>20:1</sub> en el primer período alcanzó 9,28%, en contraste al 7,53% encontrado en el segundo año. El ácido C<sub>22:1 Δ13 cis</sub> también presentó una significativa disminución de 2,02 a un 0,99%.



En efecto, el menor contenido de monoinsaturados coincide con la disminución del contenido de materias grasas discutido anteriormente, debido a un estrés hídrico.

Respecto a lo mismo, VICKERY (1971), afirma que las proteaceas expuestas a latitudes bajas y altas altitudes aumentarían el contenido de monoinsaturados.

Por lo tanto, la mayor cantidad de monoinsaturados en el primer año de estudio, se debe a la mayor precipitación y menores temperaturas a las que estuvieron expuestas las plantas. Además, puede influir la predisposición genética, ya que, es una situación similar a la que ocurre en la precordillera andina, de donde fueron extraídos estos clones.

**4.2.4 Ácido palmitoleico.** Como se mencionó anteriormente el ácido C<sub>16: 1Δ11 cis</sub> (palmitoleico) adquiere gran importancia en el aceite de gevuin por su elevado contenido, ya que es poco común encontrarlo en el reino vegetal, siendo estas especies privilegiadas (VICKERY, 1971; MASSON y MELLA, 1985). Además, se destaca por sus propiedades fitoterapéuticas, particularmente para la industria farmacológica de los filtros solares, ya que absorbe los rayos UV desde 190 nm. hasta 350 nm.<sup>3</sup>

4.2.4.1 Variación clonal. El contenido de C<sub>16: 1Δ9 cis</sub> en los distintos genotipos se muestra en el Cuadro 13.

El contenido de éste ácido varió desde un 21,73 a un 23,72%. BERTOLI *et al.* (1998), MASSON y MELLA (1985) y KARMELIC (1982), obtuvieron desde un 22 a un 27,6%.

Dentro de los genotipos de gevuin estudiados existió variación, destacándose a SAR 71 el cual alcanzó el mayor contenido (23,72%).

---

<sup>3</sup> MEDEL, F. Ing. Ag. M. Sc., Ph. D. Profesor Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Comunicación Personal.

**CUADRO 13 Contenido de ácido palmitoleico en semillas de gevuin (%FAME).**

Clones SAR	Acido palmitoleico (%)
04	21.73 c
48	21.93 c
26	22.10 c
80	22.36 bc
37	22.50 abc
59	22.57 abc
69	23.38 ab
93	23.57 ab
71	23.72 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

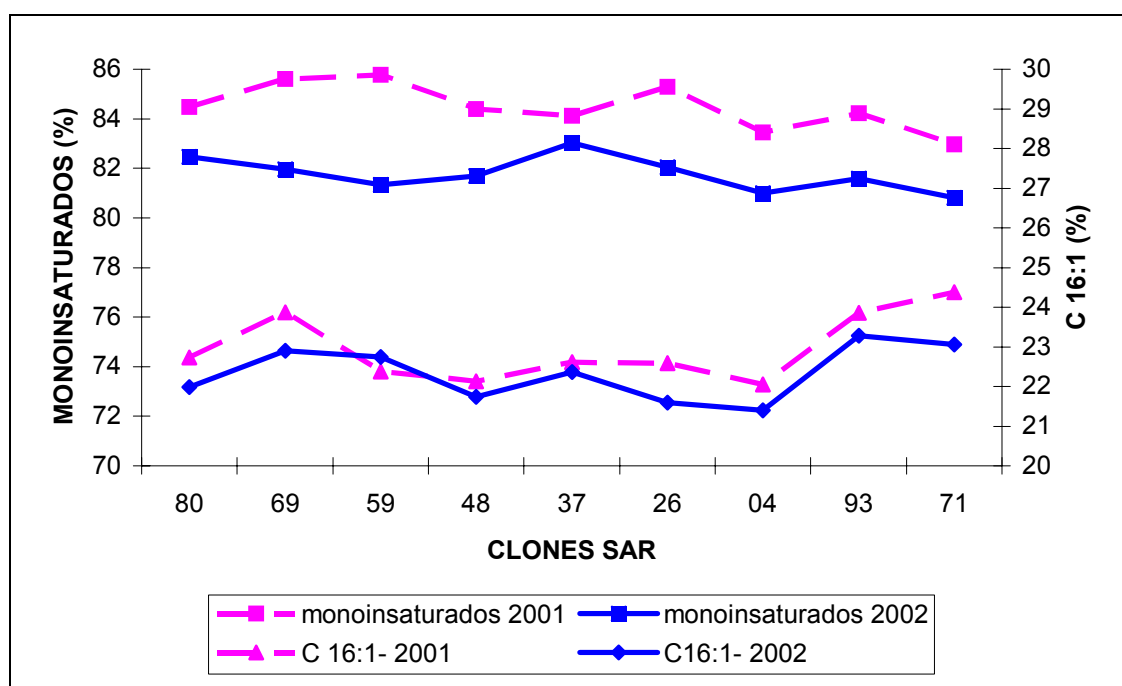
Macadamia otra proteácea, contiene valores similares a gevuin, los rangos mencionados en la literatura van desde 15,7 a 27% de ácido palmitoleico (HALLOY *et al.*, 1997; SAVAGE, 2000). Según SINTETICA (2002), estas concentraciones de ácido palmitoleico hacen que la macadamia se utilice en productos cosméticos por sus propiedades de hidratación, protección y prevención del envejecimiento de la piel, ya que repone el ácido palmitoleico de la piel que disminuye después de los 20 años de edad, además de ser un producto antioxidante.

Además Kaijser *et al.* (2000), citados por SAVAGE (2000), señalan que macadamia también presenta diferencias en el contenido de este ácido graso según sus cultivares (Anexo 6).

En efecto, es posible que algunos cultivares de plantas de nuez puedan tener mayores efectos benéficos en el perfil lipídico que otras (SAVAGE 2000). Por lo tanto, la selección clonal resulta relevante para obtener plantas interesantes en el contenido de C<sub>16</sub>: 1 $\Delta$ 11 cis.

Lo anterior realza la potencialidad del aceite de gevuin como producto fitoterapéutico.

4.2.4.2 Variación entre años. Al efectuar el análisis entre años no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 12), lo cual podría asegurar que la producción de este ácido graso es independiente de las condiciones de estrés hídrico.



**FIGURA 4** Ácidos grasos monoinsaturados y C<sub>16:1</sub> en nueve clones de gevuin.

En la Figura 4 se puede observar la variación de los monoinsaturados en los años de estudio, destacándose que en el segundo año existe una notable disminución de éstos, sin embargo, el contenido de C<sub>16:1</sub> no sufre grandes variaciones, como se observa en los clones SAR 59, 48 y 37. Lo anterior resulta interesante desde el punto de vista productivo para la industria cosmetológica y farmacológica, ya que al disminuir los monoinsaturados por condiciones de estrés hídrico la concentración de ácido palmitoleico se mantendría constante.

#### 4.2.5 Determinación de índices de insaturación en aceite de semillas de gevuin.

El índice de insaturación nos permite obtener las proporciones de ácidos grasos insaturados con respecto a los saturados, por lo tanto, sirve para determinar y comparar aquellos aceites que son más o menos riesgosos para la salud humana.

Por lo anterior, se determinó el índice de insaturación, su variación en los distintos clones y años.

4.2.5.1 Variación clonal. Los índices de insaturación de los distintos genotipos presentaron diferencias (Cuadro 14). Los valores encontrados fluctuaron desde 10,90 a 15,37, destacándose con éste último valor el clon SAR 59.

**CUADRO 14 Índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin.**

<b>CLONES SAR</b>	<b>LSD (5%)</b>
04	10.90 c
71	10.98 c
69	12.42 bc
93	13.08 b
37	13.13 b
80	13.20 b
48	13.50 ab
26	14.07 ab
59	15.37 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), según la prueba de LSD.

Si estos resultados se comparan con otras especies, algunos clones de gevuin resulta superior a otros frutos de nuez como la macadamia, avellano europeo, maní, pistacho, almendro y nogal como se puede observar en el Cuadro 15.

**CUADRO 15 Resumen de los lípidos totales e índice de insaturación en distintas nueces (g/ 100g de nuez comestible).**

	lípidos totales (g/100g)	Índice de insaturación
Almendro *	52	9.0
Avellano europeo*	63	11.9
Macadamia*	74	5.4
Maní*	49	5.8
Pistacho*	48	6.6
Nuez*	62	9.6
<hr/>		
Gevuina - Clones SAR ( $\bar{X}$ )	49	12.8
SAR 48	48	13.5
SAR 26	50	14.1
SAR 59	48	15.4

\*FUENTE: Adaptado de SAVAGE (2000)

Según SAVAGE (2000), el alto índice de insaturación en algunas especies se debe a la gran cantidad de ácidos grasos monoinsaturados. Esto se refleja en el índice del aceite de gevuin, ya que como se discutió anteriormente, éste presenta sobre un 80% de monoinsaturados, además de su bajo contenido de saturados.

Por lo tanto, el aceite de gevuin posee un alto valor nutricional debido a su baja cantidad de grasas saturadas y bajo riesgo para la salud humana, siendo altamente beneficioso como aceite comestible.

4.2.5.2 Variación entre años. En el análisis entre años no existieron diferencias. La disminución de los monoinsaturados compensados por el aumento de los poliinsaturados en el año 2002 permitió que el índice no manifestara variación entre los dos años.

**4.2.6 Isómeros de ácidos grasos monoinsaturados.** Con el fin de conocer la composición de los ácidos grasos monoinsaturados, se realizó en el año 2001 una caracterización del perfil de isómeros de los ácidos grasos. Esto es importante puesto

que la configuración geométrica y espacial de los distintos isómeros trae por consecuencia funcionalidades químicas diferentes.

En los estudios realizados previamente, sólo BERTOLI *et al.* (1998), determinaron algunos de estos isómeros, difiriendo en algunos casos en cuanto a posición y contenido (Cuadro 16).

**CUADRO 16 Isómeros de ácidos grasos monoinsaturados (%FAME).**

Acidos grasos		Promedios de clones SAR (2001)	Bertoli <i>et al.</i> (1998)
Ac. Mirístoleico	C <sub>14:1</sub>	0.04	
Ac. Hexadecaenoico isómero	C <sub>16:1</sub> Δ <sub>9</sub> cis	0.25	
Ac. Hexadecaenoico isómero	C <sub>16:1</sub>	0.06	
Ac. Palmitoleico	C <sub>16:1</sub> Δ <sub>11</sub> cis	22.65	22.7
Ac. Octadecaenoico isómero	C <sub>18:1</sub>	0.71	
Ac. Oleico	C <sub>18:1</sub> Δ <sub>9</sub> cis	35.32	39.4
Ac. Octadecaenoico	C <sub>18:1</sub> Δ <sub>11</sub> cis	5.82	
Ac. Octadecaenoico isómero	C <sub>18:1</sub> Δ <sub>12</sub> cis	-	6.2
Ac. Eicosaenoico isómero	C <sub>20:1</sub>	0.23	
Ac. Eicosaenoico	C <sub>20:1</sub> Δ <sub>11</sub> cis	3.13	3.1
Ac. Eicosaenoico isómero	C <sub>20:1</sub> Δ <sub>9</sub> cis	5.92	
Ac. Eicosaenoico isómero	C <sub>20:1</sub> Δ <sub>15</sub> cis	-	6.6
Ac. Docosaenoico isómero	C <sub>22:1</sub>	0.30	
Ac Erúcido	C <sub>22:1</sub> Δ <sub>13</sub> cis	2.02	
Ac. Docosaenoico isómero	C <sub>22:1</sub> Δ <sub>11</sub> cis	8.02	
Ac. Docosaenoico isómero	C <sub>22:1</sub> Δ <sub>17</sub> cis	-	7.9
Ac. Docosaenoico isómero	C <sub>22:1</sub> Δ <sub>19</sub> cis	-	1.6
Total monoinsaturados		84.47	87.50

Entre los isómeros más importantes se encuentran, los del ácido oleico  $C_{18:1\Delta^9\text{cis}}$  presentes en porcentajes inferiores al registrado por BERTOLI *et al.* (1998). Además, se determinó el ácido octadecaenoico en posición  $\Delta^{11}$  cis en concentraciones de 5,82%, este isómero no fue descrito anteriormente, sin embargo BERTOLI *et al.* (1998), mencionan con similares proporciones el isómero  $\Delta^{12}$  cis.

En estudios realizados en macadamia, avellano europeo y nogal, también se señala la presencia del isómero  $C_{18:1\Delta^{11}\text{cis}}$ , con valores de 3,02; 1,1 y 0,7% respectivamente. Por lo tanto, es un isómero común, que posee gran variabilidad en su contenido en otras especies de nuez (SAVAGE, 2000).

Dentro de los  $C_{16:1}$  se determinó el ácido palmitoleico  $C_{16:1\Delta^{11}\text{cis}}$  y el hexadecaenoico en posición  $C_{16:1\Delta^9\text{cis}}$ .

BERTOLI *et al.* (1998), encontraron el isómero  $C_{16:1\Delta^{11}\text{cis}}$ , el cual le da relevancia a este ácido. Sin embargo, no mencionan el isómero  $\Delta^9$  cis que en este estudio alcanzó un 0,25%. Si bien, no representa un contenido significativo, éste podría ser interesante en las propiedades químicas del palmitoleico por las razones anteriormente dadas.

En el caso de los ácidos  $C_{20:1}$  y  $C_{22:1}$ , ambos trabajos difieren en las posiciones de sus dobles enlaces, sin embargo, los contenidos son similares.

#### **4.3 Aceite del pericarpio.**

Como una forma de complementar los análisis de materias grasas y teniendo como contraste los recientes trabajos de MOURE *et al.* (2000) y FRANCO *et al.* (2001), se realizó la extracción de lípidos y ácidos grasos del pericarpio de gevuin en el año 2002, obteniéndose resultados iniciales y descriptivos.

**4.3.1 Materia grasa total.** El contenido de lípidos presentes en el pericarpio del fruto de gevuin se muestra en el Cuadro 17.

**CUADRO 17 Contenido de materia grasa de pericarpios de gevuin (2002).**

CLONES SAR	MATERIA GRASA (%)
04	0,72
26	0,69
37	1,03
48	0,89
59	0,93
69	1,36
80	0,96
71	0,91
93	0,87
$\bar{X}$	0,93

Los lípidos registrados en los pericarpios promediaron un 0,93 %, porcentaje muy inferior al encontrado en los cotiledones.

Recientemente en estudios realizados por FRANCO *et al.* (2001), el extracto obtenido de los pericarpios alcanzó un 2,53%, cifra superior a la expuesta en este trabajo, sin embargo, esta diferencia se debería al tipo de extracción, la cual contempla una extracción con disolventes y posteriormente una liofilización de los extractos obtenidos.

MOURE *et al.* (2000); FRANCO *et al.* (2001), señalan que los pericarpios de gevuin no tienen valor, sin embargo, la obtención de su extracto como producto natural, se podría utilizar para estabilizar aceites comestibles, venderse como antioxidante natural, productos alimentarios o farmacéuticos.

**4.3.2 Ácidos grasos.** En el año 2002 se determinaron los ácidos grasos presentes y el contenido de éstos en el aceite de pericarpios de semillas de gevuin.

4.3.2.1 Ácidos grasos saturados. Dentro de estos ácidos grasos se destaca la presencia del ácido C<sub>12:0</sub> (láurico) y ácido C<sub>15:0</sub> (pentadecanoico), los cuales no se



detectaron en las semillas de gevuin. Sin embargo, los valores son poco significativos (Cuadro 18).

**CUADRO 18 Contenido de ácidos grasos saturados en pericarpios de gevuin (% FAME).**

Clones SAR	C <sub>12:0</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:0</sub>	C <sub>24:0</sub>	Total Saturados
04	0.56	2.77	0.41	14.26	2.86	2.12	1.09	-	24.07
26	0.17	1.67	0.62	14.78	3.00	1.79	1.32	-	23.35
37	0.22	1.16	0.29	10.49	2.36	1.38	1.20	-	17.10
48	-	1.48	0.34	13.40	3.46	1.36	0.93	-	20.97
59	0.22	1.23	-	10.95	2.68	1.03	0.96	-	17.07
69	0.13	0.73	0.15	7.51	2.21	1.52	1.3	0.25	13.80
71	0.31	1.70	0.30	15.61	3.20	1.41	1.01	-	23.54
80	0.13	0.68	0.12	8.23	2.03	1.51	1.8	0.35	11.86
93	0.34	2.09	0.63	13.82	3.11	1.05	0.90	-	21.94
$\bar{X}$	0.20	1.50	0.31	12.1	2.76	1.46	1.16	0.06	19.55

Los ácidos grasos saturados totales fluctuaron entre 11,86 a 24,07%, valores relativos, si se comparan con este tipo de lípidos en la semilla. Sin embargo, en términos absolutos las cantidades de saturados son muy pequeñas ya que el contenido de lípidos totales es poco significativo.

En cuanto a los ácidos grasos, existe una gran variabilidad en las proporciones de éstos e incluso algunos no se manifiestan según los genotipos, por lo tanto, la variabilidad genética influye fuertemente en sus contenidos.

Dentro de los ácidos grasos saturados, el ácido C<sub>16:0</sub> y C<sub>22:0</sub> alcanzaron valores de 12,12% y 2,32% respectivamente, estas concentraciones son superiores a las determinadas en los cotiledones, sin embargo, en términos absolutos son poco significativas.

En general, la tendencia de los clones se mantiene similar en ambos tipos de aceites, aquellos clones que contienen mayor cantidad de ácidos saturados en el aceite de cotiledones, también lo contienen en mayor proporción en el aceite de pericarpio, sucediendo lo mismo con aquellos de menor contenido.

4.3.2.2 Ácidos grasos poliinsaturados. Al igual que los saturados, los ácidos grasos poliinsaturados aumentan porcentualmente en los aceites de pericarpios de gevuin.

**CUADRO 19 Contenido de ácidos grasos poliinsaturados en pericarpios de gevuin (%FAME).**

<b>Clones SAR</b>	<b>C<sub>18: 2Δ 9C, 12C</sub></b>	<b>C<sub>18: 3 Δ 9C, 12C, 15C</sub></b>	<b>C<sub>20:2</sub></b>	<b>Total poliinsaturados</b>
04	20.06	4.72	1.98	26.75
26	18.74	5.02	2.70	26.45
37	19.26	4.63	1.42	25.31
48	24.40	4.37	1.58	30.35
59	15.75	3.52	2.32	21.59
69	18.23	3.88	0.79	22.90
71	21.01	4.44	3.16	28.61
80	12.85	3.15	0.89	16.90
93	21.22	4.46	1.65	27.33
$\bar{X}$	20.16	4.24	1.82	26.22

Los poliinsaturados fluctuaron en rangos de 16,9 a 30,35%, por lo tanto, sin hacer un análisis estadístico se puede apreciar la gran variabilidad entre los clones.

En éste análisis se detectó la presencia del ácido C<sub>20:2</sub> (eicosaedienoico), el cual no se encontró en el aceite de los cotiledones de gevuin, éste promedió un 1,83%.

El ácido C<sub>18: 2Δ 9C, 12C</sub> varió de un 12,85 a 24,4% entre los distintos genotipos, estos valores son superiores al 8,07% que presentó como promedio el aceite de semillas de gevuin. Lo mismo ocurrió con el ácido C<sub>18: 3 Δ 9C, 12C, 15C</sub> el cual llegó a un 5%.

La tendencia de los clones según el contenido de los ácidos grasos es similar a la que se manifestó en los cotiledones.

4.3.2.3 Ácidos grasos monoinsaturados. Se observaron ácidos grasos que no se presentaron en el aceite de semillas de gevuin, el ácido C<sub>15:1</sub> (pentadenoico) y C<sub>17:1</sub> (heptadecaenoico), sin embargo el contenido de éstos son poco significativos.

El contenido total de monoinsaturados fluctúa entre 47,86 a 68,26%, prácticamente un 50% inferior a las proporciones encontradas en semillas. Los clones SAR 80, 69 y 59 presentaron los mayores contenidos de estos ácidos, al igual como ocurrió en los cotiledones.

**CUADRO 20** Contenido de ácidos grasos monoinsaturados en pericarpios de gevuin (% FAME).

Clones SAR	C <sub>15:1</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>17:1</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:1</sub>	Total mono- insaturados
		$\Delta 11$ cis		$\Delta 9$ cis		$\Delta 13$ cis		
04	-	9.88	0.41	34.91	2.74	1.23	-	49.17
26	0.61	8.85	0.13	34.10	2.02	0.71	1.98	49.09
37	0.16	11.57	0.28	38.41	3.37	0.36	3.11	57.26
48	0.20	8.93	0.28	35.97	2.13	1.17	-	48.69
59	-	15.01	-	41.20	3.13	0.22	1.78	61.34
69	-	14.94	0.17	39.32	4.30	0.48	4.09	63.29
71	0.24	7.62	0.43	37.33	1.48	0.77	-	47.86
80	0.12	16.37	0.14	41.06	4.75	0.65	5.12	68.26
93	0.25	10.61	-	36.20	1.90	1.11	-	50.08
$\bar{X}$	0.18	11.53	0.20	37.61	2.87	0.74	1.79	55.0

Al igual que el aceite analizado anteriormente, el ácido C<sub>18:1 $\Delta$ 9 cis</sub> destaca en este grupo, el rango alcanza un 34,1 a 41,69%. El ácido C<sub>16:1 $\Delta$ 11 cis</sub> varió entre 8,93 a 16%. Es interesante destacar que este ácido prácticamente se reduce a la mitad en el pericarpio, en sus contenidos relativos.

Los otros ácidos grasos también se ven disminuidos en los pericarpios, en relación a los cotiledones.

4.3.2.4 Índice de insaturación. En el aceite de pericarpios de gevuin el índice de insaturación es notablemente bajo (Cuadro 21).

**CUADRO 21 Índice de insaturación en aceite de pericarpios de gevuin.**

CLONES SAR	Índice de insaturación
04	5,73
26	6,24
37	4,86
48	3,77
59	4,83
69	3,24
71	3,15
80	3,53
93	3,25
$\bar{X}$	4,28

El bajo índice de insaturación se explica por el menor contenido de monoinsaturados y la alta cantidad de saturados que presenta este aceite, ya que el aumento de ácidos poliinsaturados no alcanza a compensar el bajo contenido de ácidos insaturados.

En general y como se observa en el Cuadro 22, el aceite de cotiledones y pericarpios de gevuin difieren notablemente en su composición.

**CUADRO 22 Resumen de la composición del aceite de cotiledones y de pericarpios de gevuin.**

	<b>COTILEDONES</b>	<b>PERICARPIOS</b>
<b>Lípidos (%)</b>	49,47	0,93
<b>Saturados (%) *</b>	7,24	19,5
<b>Poliinsaturados (%)*</b>	9,43	26,2
<b>Monoinsaturados (%)*</b>	83,1	55,0
<b>Insaturados/ saturados</b>	12,8	4,28

\* 100% base peso seco

Las diferencias de ambos aceites son evidentes, especialmente en los contenidos de los ácidos grasos. Por lo tanto, se puede inferir que ambos aceites pueden tener propiedades químicas distintas.

Si los contenidos y tipos de ácidos grasos del aceite de pericarpio de gevuin hubieran sido similares al aceite de cotiledones, se podría pensar en un proceso de extracción del fruto completo para obtener el aceite. Sin embargo, según los resultados anteriores, esto no ocurre.

El contenido de lípidos del pericarpio es muy pequeño, pero su extracción es una forma de utilizarlo, ya que es considerado como desecho. Por lo tanto, tal como lo señalan FRANCO *et al* (2001), el uso como antioxidante y estabilizador de aceites es una buena alternativa, siempre y cuando los costos de extracción no sean elevados.

## 5. CONCLUSIONES

Al caracterizar el perfil lipídico de los nueve clones de gevuin, se pudo comprobar que existe variación clonal en el contenido de lípidos totales de los cotiledones, al igual que en el contenido de algunos ácidos (total de ácidos grasos saturados, C<sub>20:0</sub> y C<sub>16:1 $\Delta$ 11cis</sub>), y en la relación de insaturación/saturación por lo que se acepta la hipótesis.

Los ácidos grasos más importantes son los monoinsaturados los cuales alcanzan entre un 81,8 a 83,7 %, seguido de los poliinsaturados (7,1 a 8,6%) y saturados (6,06 a 8,49%).

La relación de insaturación/saturación del aceite cotiledonar de gevuin, alcanzó cifras superiores a las que se registran en otras especies de nuez, aspecto de importante connotación como producto nutricional.

Al evaluar la diferencia entre temporadas de crecimiento, se comprobó que el contenido de grasas totales presentó variación, registrándose una mayor cantidad en el 2001 con respecto al 2002.

En el caso de algunos ácidos grasos monoinsaturados se detectó la presencia en pequeñas cantidades de isómeros no descritos en trabajos previos, los cuales podrían tener propiedades interesantes.

El contenido de materia grasa de los pericarpios de gevuin es poco relevante en relación al contenido cotiledonar. Este aceite presenta una proporción mayor de ácidos grasos saturados y menor de ácidos monoinsaturados con respecto a los cotiledones, reflejándose en el bajo índice de insaturación.

Los resultados son muy importantes desde el punto de vista del mejoramiento, ya que deja en evidencia la variabilidad de los clones con respecto al contenido de lípidos y de los ácidos grasos, permitiendo seleccionar aquellos que posean propiedades interesantes, ya sea para fines nutricionales, farmacológicos, cosmetológicos o fitoterapéuticos.



## 6. RESUMEN

El gevuin es una especie endémica de Chile perteneciente a la familia de las proteáceas, es conocida por la producción de una nuez comestible de excelente composición nutricional, sin embargo, actualmente su potencial desarrollo radica en su aceite el cual posee cualidades fitoterapéuticas y farmacológicas de gran importancia.

Desde 1987, bajo el Programa “Mejoramiento Genético y Productivo de *Gevuina*”, se han evaluado selecciones clonales que presentan características interesantes a nivel frutícola, forestal y nutricional.

El objetivo de este estudio fue determinar y evaluar el tipo y contenido de ácidos grasos de las nueces de nueve clones de gevuin pertenecientes a la serie SAR, para definir aquellos genotipos que posean los mejores contenidos de materia grasa y ácidos grasos.

Para ello se seleccionaron nueces por cada clon en los años 2001 y 2002, las que se caracterizaron físicamente, se molieron y fueron sometidas a la extracción de lípidos por el método de Soxhlet. Posteriormente se hizo una metilación ácida-alcalina para luego determinar los ácidos grasos a través de cromatografía gas – líquida.

Según los resultados obtenidos se concluyó que existió variación clonal en el contenido de materia grasa, el total de ácidos grasos saturados, el índice de insaturación, el ácido  $C_{20:0}$  (eicosanoico) y el  $C_{16:1\Delta_{11cis}}$  (palmitoleico). También se detectó diferencia en el contenido de grasas totales y determinados ácidos grasos al evaluar los años.

El aceite cotiledonar de gevuin posee un índice de insaturación superior al registrado por otras especies de nuez, esto debido a su alto contenido de ácidos

grasos monoinsaturados. Para éste último, se detectó la presencia de isómeros no descritos anteriormente para gevuin.

Inicialmente y en forma general se determinó que los pericarpios poseen pequeñas cantidades de aceites , presentando una mayor proporción de ácidos grasos saturados con respecto a los cotiledones.

El aceite de gevuin es un producto incipiente y de grandes perspectivas en la industria alimenticia, farmacológica, cosmetológica y fitoterapéutica, por lo tanto, la variabilidad genética demostrada en este estudio es una instancia para potenciar cada una de sus propiedades.

## SUMMARY

The "gevuin" is a Chilean endemic species that belonging to the Proteaceas family, it's known for the production of edible nut of excellent nutritional composition, however, its potential development resides at the moment mainly in its oil, because it has phytotherapy and pharmacological qualities of great importance.

From 1987, under the program " Genetic Improvement and productive of Gevuina", clone selections have been evaluated which present interesting characteristics at fruticulture, forestall and nutritional.

The objective of this study was to determine and evaluate the type and content of fatty acids in the nuts of nine gevuin clones belonging to the SAR series, to define clonal variability in the content of lipids and fatty acids.

The nuts were selected per each clone in the years 2001 and 2002, which were physically characterized, were milled and they were submitted to the extraction of lipids by means of the method of Soxhlet. Later on, it was made an acid-alkaline metilation so as to determine later on the fatty acids through a gas-liquid chromatography.

According to the obtained results, you concluded that existed clonal variation in the content of fatty matter, the total amount of saturated fatty acids, the unsaturation index, the  $C_{20:0}$  and the  $C_{16:1 \Delta 11cis}$  acid. The total content of fat and certain fatty acids also presented a variation when evaluating the years.

The gevuin cotyledonal oil possess an superior unsaturation index to the registered by other nut species, this due to its high content of monounsaturated fatty acids. For this last, was found positional isomers not described previously for gevuin.

Initially and in general form one determined that the pericarps have small amounts of oil, presenting a greater amounts of fatty acids saturated with regard to the cotyledons.

The gevuin oil is an incipient product and of great perspectives in the food, pharmacology, cosmetology and phytotherapeutical industry, so, the genetic variability showed in this study is an instance to promote each one.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1982. Official methods of analysis of the AOAC. 14<sup>a</sup> ed. Sidney Williams (ed). Arlington, Estados Unidos. 1141 p.
- BERTOLI, C.; FAY, L. B; STANCANELLI, M.; GUMY, D y LAMBELET, P. 1998. Characterization of Chilean Hazel nut (*Gevuina avellana* Mol.). Seed Oil. (Suiza) JAOCS 75 (8): 1037 – 1040.
- CACERES, O.; ANRIQUE, A.; VOULLIEME, S. y MENDEZ, C. 1982. Utilización del fruto de avellano (*Gevuina avellana* Mol.) en alimentación de pollas Cornish de 0 a 30 días de edad. Simiente (Chile) 52 (3-4): 161p.
- CHILE, REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS. 1996. (On line). Servicio de Salud Chile. < <http://www.sernac.cl/derechos/pdf>> (6 oct. 2003).
- CONSUMER. 2003. Propiedades del ácido oleico. (On line). España. <<http://www.consumer.es/web/es/nutricion>> (6 oct. 2003).
- DONOSO, C. 1978. Antecedentes sobre la producción de avellanas. Bosque (Chile) 2 (1): 105 – 109.
- DONOSO, C y SOTO, L. 1979. Antecedentes sobre producción de avellanas (segunda información de avance). Bosque (Chile) 3 (1): 69 – 70.
- DONOSO, C; HERNANDEZ, M; y NAVARRO, C. 1993. Valores de producción de semillas y hojarascas de diferentes especies del tipo forestal siempreverde de la Cordillera de la Costa de Valdivia obtenidos durante un período de 10 años. Bosque (Chile) 14(2): 65 – 84.

- DONOSO, M. 1997. El avellano: Un productor múltiple. Chile forestal (Chile) 22 (251): 14 -16.
- FRANCO, D; MOURE, A; SINEIRO, J; DOMÍNGUEZ, H y NÚÑEZ, M. 2001. Extracto natural de cáscara de *Gevuina avellana* como antioxidante/ filtro UV para uso alimentario y cosmético. (On line). Solicitud de patente Universidad de Santiago de Compostela, España. <<http://imaisd.usc.es/webcitt/carteira/patentes.htm>> (15 dic. 2001).
- GRINBERGS, J.; VALENZUELA E y RAMÍREZ, C. 1986. Germinación "in vitro" de *Gevuina avellana* Mol. (Proteaceae). Bosque (Chile) 7 (2): 95 – 101.
- GRINBERGS, J.; VALENZUELA E y RAMÍREZ, C. 1987. Formación y desarrollo de raíces proteiformes en plántulas de *Gevuina avellana* Mol. Agro Sur (Chile) 15 (1): 1 – 9.
- HALE; M. y ORCUTT, D. 1987. The physiology of plants under stress. New York. Wiley. 206 p.
- HALLOY, S. 1993. *Gevuina* nut a cool climate macadamia. (On line) Crop & food research. nueva Zelanda. <<http://www.crop.cri.nz/psp/broashe/Gevuina.htm>> (15 de nov. 2001).
- HALLOY, S; GRAU, A. y MCKENZIE, B. 1996. *Gevuina* nut (*Gevuina avellana*, Proteaceae), a cool climate alternative to Macadamia. Economic Botany (EE.UU) 50 (2): 224 – 235.
- HOFFMANN, A. 1997. Flora silvestre de Chile, zona araucana. Fundación Claudio Gay. Santiago- Chile. 258p.
- IESLABO. 2003. Aceite de avelina o *Gevuina avellana*. (On line). Ieslabo. <[http://www.ieslabo.com/espagnol/aveline\\_doc\\_esp.htm](http://www.ieslabo.com/espagnol/aveline_doc_esp.htm)> (10 mar. 2003).

- KARMELIC, J. 1982. Recolección e industrialización de avellana chilena. Corporación de investigación tecnológica, INTEC- CHILE. Santiago. 163p.
- LITTLE, T. 1976. Métodos estadísticos para la investigación e la agricultura. México. Trillas. 270 p.
- MARTINEZ, C. 2001. Evaluación de la producción de nueces de once clones de *Gevuina* avellana Mol. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 87 p.
- MASSON, L y MELLA, M. 1985. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en ácidos grasos. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. 31 p.
- MASSON, L; ROBERT, P; ORTIZ, J, GARRIDO, C y FOSTER, M. 2002. Natural Antioxidant Alpha Tocotrienol Present in Chilean Hazelnut Seed Oil (*Gevuina* avellana Mol.), a Highly Monounsaturated Vegetable Oil. (On Line. International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids. <<http://www.issfal.org.uk/posters-1.htm>> (14 nov. 2002).
- MAZZANI, B. 1963. Plantas oleaginosas. Barcelona, Salvat. 433p.
- MEDEL, F. 1987. Arboles frutales: Situación y potencial en el sur de Chile. Corporación de fomento – Universidad Austral de Chile. Chile. 59 p.
- MEDEL, F. 1988. Fertilización y nutrición mineral de huertos frutales en el sur de Chile. Corporación de fomento – Universidad Austral de Chile. Chile. 64p.
- MEDEL, F y MEDEL, R. 2000. *Gevuina avellana* Mol. : Características y mejoramiento genético de un frutal de nuez nativo para el mercado internacional. Revista Frutícola (Chile) 21 (2): 37 – 46.

- MEDEL, F. 2001. *Gevuina avellana* Mol.: Potential for commercial nut clones. *Acta Horticulturae* (EE.UU) 556:521-528.
- MEDEL, F. 2002. Genetic and production improvement of *Gevuina avellana* Mol. In Chile: Selected clones for nut production. (On line). *Nucis* <<http://www.iamz.ciheam.org/ingles/nucis10.pdf>> (15 ene. 2003).
- MEDEL, F; MASSON, L; CARRILLO, T; MAQUIAN, N; y MANSILLA, R. 2002. Characterization of the UV Radiation Filter Hexadecenoic (C<sub>16:1</sub>) fatty Acid in Seed Oil of *Gevuina avellana* Mol. Clones. 50<sup>th</sup> Annual Congreso Barcelona. *Revista de Fitoterapia, España* (Original no compendiado) 2 (1): 325. Compendiado en: Abstract AN222
- MOURE, A; FRANCO, D; SINEIRO, J; DOMÍNGUEZ, H; NÚÑEZ, M y LEMA, J. 2000. Evaluation of Extracts from *Gevuina avellana* Hulls as Antioxidants. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 48 (9): 3890 – 3897.
- NAVARRO, D. 2002. Propagación por esquejes de cinco clones de Gevuin (*Gevuina avellana* Mol.). Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 110 p.
- NISSEN, J. 1974. Estudio agroecológico del predio experimental Santa Rosa. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 46p.
- PARODI, P. 2001. El raps se extingue en Chile, pero en el mundo tiene otros usos. (On line). Santiago, Chile. <<http://www.faif.puc.cl/extension/agroforuc/revista>> (15 jun. 2003).
- PHARMOS ALOE VERA. 2002. Avellana – Öl. (On line). Alemania. <<http://www.aloe-vera.de/oele-avellana.htm>> (5 abrt 2002)



- RAMÍREZ, C.; GRINBERGS, J.; VALENZUELA, E. y SAN MARTÍN; C. 1990. Influencia de las raíces proteiformes en el desarrollo de plántulas de *Gevuina avellana* Mol. (Proteaceae). Bosque (Chile) 11 (1): 11 . 20.
- RODRÍGUEZ, R.; MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora Arbórea de Chile. Universidad de Concepción. Concepción – Chile. 408 p.
- SALISBURY, F y ROSS, C. 2000. Plant physiology. Wadsworth Pub. California. 987p.
- SAVAGE, G. 2000. The nutritive value and composition of nuts commoly eaten by humans. Lincoln University (Nueva Zelanda). 43p.
- SCHMIDT – HEBBEL, H y PENNACHIOTTI, . 1985. Tabla de composición química de los alimentos chilenos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias químicas y farmacéuticas. 61 p.
- SILVA, V. 2002. Caracterización estructural, fenológica y productiva de once clones de "Avellano Chileno" [*Gevuina avellana* Mol.]. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias 98p.
- SINETICA. 2002. Aceite de macadamia. (On line). <<http://www.sintetica.com.br>> Brasil (4 abr. 2002).
- SUPELCO. 2000. Productos cromatográficos para análisis y purificación. Catálogo. EE.UU. 607p.
- TAIZ, L. y ZEIGER. 1991. Plant physiology. California Redwood. 565 p.
- TERRASOL. 2003. Aceite de avellana chilena orgánico. (On line) <<http://www.terrasol.cl/pages/productos.htm>>. Pucón, Chile. (3 jul. 2003).

- URTIBIA, L. 1986. Composición química, aminoacídica y calidad biológica de la harina desgrasada de avellana. Tesis Lic. Químico Laboratorista. Temuco, Universidad de la Frontera, Facultad de Ingeniería Química. 50 p.
- VICKERY, J. 1971. The fatty acid composition of the seed Oils of Proteacea: a chemotaxonomic study. *Phytochemistry* 10: 123 – 130.
- VOULLIEME, A. 1982. Posibilidades industriales del fruto del avellano chileno (*Gevuina avellana* Mol. ). *Simiente (Chile)* 52 (3 - 4): 161.
- VILLARROEL, M.; BIOLLEY, E y SCHNEEBERGER, R. 1987. Amino acid composition of chilean hazel nuts. *Food Chemistry* 25 : 155 – 158.
- VILLARROEL, M.; BIOLLEY, E y JORQUERA, R. 1999. Composición aminoacídica de fracciones proteicas de avellana. (On line) <<http://www.alter.org.pe/xclam/co1.htm>> (7 abr 2002).
- VRANCEANU, A. 1977. El girasol. Madrid. Mundi – Prensa. 379p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 Rendimientos de nueve clones SAR de gevuin en los años 2000 y 2001 (kg/clon).**

Clones SAR	2000	2001
04	17,45	9,78
26	22,80	18,38
37	16,92	23,52
48	16,50	10,29
59	24,65	17,74
69	21,53	7,00
71	7,36	11,80
80	23,19	7,13
93	11,79	28,41

FUENTE : Adaptado de SILVA (2002)

**ANEXO 2 Características físicas de la nuez de nueve clones de gevuin (2001).**

Clones SAR	Nueces/ kg	Peso nuez (g)	Peso semilla (g)	Peso pericarpio (g)	Diámetro ecuatorial nuez (mm)	Diámetro polar nuez (mm)	Diámetro ecuatorial semilla (mm)
04	685	1,46	0,55	0,91	14,70	15,36	8,60
26	529	1,89	0,70	1,19	15,85	15,40	10,45
37	563	1,72	0,64	1,07	15,49	17,31	10,95
48	472	2,12	0,96	1,16	15,32	18,14	10,51
59	479	2,04	0,76	1,28	16,54	18,49	11,14
69	536	1,86	0,67	1,19	16,19	16,13	9,83
71	490	2,02	0,69	1,32	16,46	19,36	11,08
80	378	2,02	0,69	1,32	16,46	19,36	11,08
93	544	1,81	0,66	1,15	16,67	18,30	11,08

**ANEXO 3 Características físicas de la nuez de nueve clones de gevuin (2002).**

Clones SAR	Nueces/ kg	Peso nuez (g)	Peso semilla (g)	Peso pericarpio (g)
04	563.86	1.77	0.58	1.19
26	509.94	1.96	0.68	1.28
37	574.22	1.74	0.66	1.08
48	490.56	2.04	0.94	1.10
59	442.87	2.26	0.67	1.59
69	436.30	2.29	0.72	1.57
71	421.76	2.37	0.83	1.54
80	404.86	2.47	0.89	1.58
93	454.86	2.20	0.81	1.39

**ANEXO 4 Precipitaciones y temperaturas medias registradas en el período de crecimiento de la nuez en los años 2000, 2001 y 2002.**

MESES	Precipitaciones (mm)		Temperaturas (°C)	
	2000/01	2001/02	2000/01	2001/02
Octubre	131.1	54.8	12.5	18.8
Noviembre	125.8	94.1	13.2	18.8
Diciembre	70.3	9.5	15.3	24.5
Enero	143	36.7	21.9	24.4
Febrero	39.6	90.2	23.5	24.8
Marzo	76.6	269	20.8	19.7
Abril	97.6	169.3	16.4	17.0

**ANEXO 5 Nomenclatura de los ácidos grasos.****Ácidos grasos saturados**

C 12:0	Laurico
C 14:0	Mirístico
C 15:0	Pentadenoico
C 16:0	Palmítico
C 18:0	Esteárico
C 20:0	Eicosanoico
C 21:0	Docosanoico
C 24:0	Tetracosanoico

**Ácidos grasos poliinsaturados**

C 18:2 $\Delta$ 9C, 12C	Linoleico
C 18:3 $\Delta$ 9C, 12C, 15C	Linolénico
C 20:2	Eicosaedienoico

**Ácidos grasos monoinsaturados**

C 14:1	Miristoleico
C 15:1	Pentadecaenoico
C 16:1	Hexadecaenoico
C 16:1 $\Delta$ 9 cis	Hexadecaenoico (Palmitoleico)
C 17:1	Heptadecaenoico
C 18:1	Octadecaenoico
C 18:1 $\Delta$ 9 cis	Octadecaenoico (Oleico)
C 20:1	Eicosaenoico
C 22:1	Docosaenoico
C 22:1 $\Delta$ 13cis	Docosaenoico (Erúxico)
C 24:1	Tetracosanoico

**ANEXO 6 Contenido de lípidos y ácidos grasos presentes en nueces de diferentes especies y cultivares.**

Especies	Lípidos (%)	Saturados							Poliinsaturados			Monoinsaturados						Relación Insaturación/saturación	
		Total	C <sub>14:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>20:0</sub>	C <sub>22:0</sub>	C <sub>24:0</sub>	Total	C <sub>18:2 Δ<sup>9C</sup>,12<sup>C</sup></sub>	C <sub>18:3 Δ<sup>9C</sup>,12<sup>C</sup>,15<sup>C</sup></sub>	Total	C <sub>14:1</sub>	C <sub>16:1 Δ<sup>11 cis</sup></sub>	C <sub>18:1 Δ<sup>9 cis</sup></sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>22:1 Δ<sup>13 cis</sup></sub>		C <sub>22:1</sub>
Gevuina	<b>49,47</b>	<b>7,24</b>	0,11	2,11	0,60	1,67	2,32	0,43	<b>9,43</b>	8,07	1,34	<b>83,12</b>	0,02	22,6	39,0	8,41	1,51	8,16	10,9
SAR 04	<b>52,27</b>	<b>8,49</b>	0,09	2,25	0,82	1,93	2,93	0,47	<b>9,18</b>	7,8	1,38	<b>82,22</b>	0,02	21,7	42,9	7,99	1,74	7,8	14,1
SAR 26	<b>50,45</b>	<b>6,63</b>	0,06	2,01	0,53	1,55	2,10	0,38	<b>9,52</b>	8,13	1,39	<b>83,66</b>	0,02	22,1	43,6	8,27	1,48	8,12	13,1
SAR 37	<b>52,05</b>	<b>7,09</b>	0,40	2,05	0,51	1,53	2,17	0,43	<b>9,49</b>	8,18	1,31	<b>83,57</b>	0,02	22,5	43,2	8,54	1,39	7,9	13,5
SAR 48	<b>48,14</b>	<b>6,90</b>	0,06	2,06	0,51	1,60	2,24	0,44	<b>9,93</b>	8,63	1,29	<b>83,04</b>	0,02	21,9	42,2	8,98	1,33	8,51	15,4
SAR 59	<b>48,20</b>	<b>6,06</b>	0,06	2,02	0,51	1,55	1,49	0,43	<b>9,64</b>	8,30	1,34	<b>83,55</b>	0,02	22,5	42,7	8,7	1,37	8,44	12,4
SAR 69	<b>46,87</b>	<b>7,42</b>	0,07	2,14	0,70	1,78	2,33	0,40	<b>8,47</b>	7,07	1,39	<b>83,79</b>	0,02	23,2	43,2	8,26	1,42	7,44	10,9
SAR 71	<b>50,11</b>	<b>8,41</b>	0,08	2,39	0,81	1,94	2,73	0,46	<b>9,61</b>	8,32	1,29	<b>81,88</b>	0,02	23,7	40,3	8,24	1,58	7,95	13,2
SAR 80	<b>46,54</b>	<b>7,03</b>	0,06	2,03	0,53	1,63	2,38	0,40	<b>9,18</b>	7,77	1,41	<b>83,48</b>	0,02	22,3	42,7	8,45	1,59	8,30	13,1
SAR 93	<b>50,64</b>	<b>7,10</b>	0,07	2,06	0,52	1,55	2,48	0,42	<b>9,82</b>	8,39	1,29	<b>82,90</b>	0,02	23,5	40,4	8,23	1,68	8,99	
*Macadamia	<b>72,0</b>	<b>15,30</b>	1,42	9,6	2,13	1,60	0,46	0,15	<b>3,37</b>	3,10	0,17	<b>81,01</b>		30,8	44,6	2,0		0,13	5,4
C.v Jordan (Auckland)	<b>69,1</b>	<b>13,71</b>	1,84	8,41	1,72	1,23	0,39	0,12	<b>3,16</b>	2,99	0,17	<b>82,30</b>		29,6	47,3	2,13		0,19	
PA39 (Whangarei)	<b>73,6</b>	<b>17,60</b>	1,30	10,56	3,19	2,02	0,45	0,14	<b>2,83</b>	2,63	0,20	<b>79,02</b>		33,7	40,5	1,36		0,07	
C.v Beamont (Pukekohe)	<b>73,4</b>	<b>14,75</b>	1,13	9,85	1,49	1,55	0,54	0,19	<b>4,12</b>	3,96	0,16	<b>81,73</b>		29,2	46,1	2,55		0,15	
*Avellano Europeo	<b>58,4</b>	<b>6,96</b>		4,70	1,84	0,09			<b>13,7</b>	13,6	0,13	<b>78,90</b>		0,16	80,5	0,14			11,9
C.v Whiteheart	<b>61</b>	<b>6,26</b>		4,08	2,03	0,11			<b>12,2</b>	12,1	0,12	<b>81,29</b>		0,12	89,0	0,15			
C.v Barcelona	<b>58,3</b>	<b>6,74</b>		4,08	1,89	0,09			<b>14,6</b>	14,5	0,14	<b>78,60</b>		0,12	77,1	0,15			
C.v Ennis	<b>54,6</b>	<b>7,88</b>		5,94	1,62	0,08			<b>14,5</b>	14,4	0,14	<b>77,06</b>		0,24	75,4	0,12			
*Nogal	<b>66,1</b>	<b>9,26</b>		7,1	1,3				<b>70,0</b>	58,8	11,2	<b>20,4</b>			20,4				9,6
C.v Tehama (EEUU)	<b>66,0</b>	<b>8,80</b>		6,8	2,0				<b>71,1</b>	60,4	11,1	<b>19,6</b>			19,6				
G120 (Europa)	<b>68,7</b>	<b>9,80</b>		7,1	1,9				<b>67,2</b>	55,6	11,6	<b>22,9</b>			22,9				
C.v Stanley (New Zeland)	<b>66,1</b>	<b>9,20</b>		7,4	1,8				<b>71,7</b>	60,6	11,1	<b>18,8</b>			18,8				

\* Adaptado de SAVAGE (2000).

**ANEXO 7 Análisis de varianza del contenido de materia grasa en semilla de *Gevuina avellana* Mol.**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
A: Año	281,512	1	281,512	2428,75	0,0000 *
B: Clon	143,801	8	17,9751	155,08	0,0000 *
Interacciones					
AB	165,365	8	20,6706	178,34	0,0000 *
Error	2,08635	18	0,115908		
Total	592,765	35			
(corregido)					

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 8 Análisis de varianza del contenido total de ácidos grasos saturados en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ ).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	11,6698	8	1,45873	3,75	0,0326*
Dentro de los grupos	3,49673	9	0,388526		
Total	15,1666	17			
(corregido)					

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 9 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon ( $\text{asen}\sqrt{X}/100$ ).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	3,2985	8	0,412312	0,90	0,5508
Dentro de los grupos	4,10192	9	0,455769		
Total	7,40042	17			
(corregido)					



**ANEXO 10 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>24:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,262952	8	0,032869	0,07	0,9994
Dentro de los grupos	4,07597	9	0,452885		
Total (corregido)	4,33892	17			

**ANEXO 11 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>16:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	1,00442	8	0,125553	0,32	0,9392
Dentro de los grupos	3,55106	9	0,394563		
Total (corregido)	4,55549	17			

**ANEXO 12 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>21:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	10,6613	8	1,33266	1,11	0,4375
Dentro de los grupos	10,8352	9	1,20391		
Total (corregido)	21,4965	17			

**ANEXO 13 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>20:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	2,11609	8	0,264511	3,36	0,0448 *
Dentro de los grupos	0,708514	9	0,0787238		
Total (corregido)	2,8246	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 14 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>16:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	3,37307	1	3,37307	45,64	0,0000*
Dentro de los grupos	1,18241	16	0,07390		
Total (corregido)	4,55549	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 15 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>21:0</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	8,64103	1	8,64103	10,75	0,0047*
Dentro de los grupos	12,8554	16	0,803466		
Total (corregido)	21,4965	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 16 Análisis de varianza del contenido total de ácidos saturados en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	1,67181	1	1,67181	1,98	0,1783
Dentro de los grupos	13,4948	16	0,843423		
Total (corregido)	15,1666	17			

**ANEXO 17 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:2Δ9C, 12C</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	3,96143	8	0,495179	0,76	0,6464
Dentro de los grupos	5,87704	9	0,653004		
Total (corregido)	9,83847	17			

**ANEXO 18 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:3 Δ9C, 12C, 15C</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,239887	8	0,0299859	0,00	1,0000
Dentro de los grupos	259,311	9	28,8123		
Total (corregido)	259,551	17			

**ANEXO 19 Análisis de varianza del contenido total de poliinsaturados en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	3,31654	8	0,414568	0,07	0,9995
Dentro de los grupos	53,0978	9	5,89976		
Total (corregido)	56,4144	17			

**ANEXO 20 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:2Δ9C, 12C</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,955806	1	0,955806	6,32	0,0230*
Dentro de los grupos	2,42012	16	0,151257		
Total (corregido)	3,37592	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 21 Análisis de varianza del contenido de total ácidos poliinsaturados en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	51,1332	1	51,1332	154,92	0,0000*
Dentro de los grupos	5,28114	16	0,330071		
Total (corregido)	56,4144	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 22 Análisis de varianza del contenido total de ácidos grasos monoinsaturados en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	4,30705	8	0,538381	0,22	0,9769
Dentro de los grupos	21,6903	9	2,41003		
Total (corregido)	25,9973	17			

**ANEXO 23 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	7,81955	8	0,977444	2,15	0,1376
Dentro de los grupos	4,09068	9	0,45452		
Total (corregido)	11,9102	17			

**ANEXO 24 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>22:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	3,67565	8	0,459456	1,92	0,1747
Dentro de los grupos	2,15025	9	0,238917		
Total (corregido)	5,8259	17			

**ANEXO 25 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>20:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	1,48259	8	0,185323	0,11	0,9975
Dentro de los grupos	15,1007	9	1,67786		
Total (corregido)	16,5833	17			

**ANEXO 26 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>22:1Δ13 cis</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	1,81392	8	0,22674	0,07	0,9994
Dentro de los grupos	27,3168	9	3,0352		
Total (corregido)	29,1307	17			

**ANEXO 27 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>14:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,0261975	8	0,00327468	0,01	1,0000
Dentro de los grupos	5,25312	9	0,583681		
Total (corregido)	5,27932	17			

**ANEXO 28 Análisis de varianza del contenido de ácidos monoinsaturados totales en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	19,3433	1	19,3433	46,54	0,0000*
Dentro de los grupos	6,64998	16	0,415624		
Total (corregido)	25,9933	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 29 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>18:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	1,68656	1	1,68656	2,64	0,1237
Dentro de los grupos	10,217	16	0,638564		
Total (corregido)	11,9036	17			

**ANEXO 30 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>22:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,562571	1	0,562571	1,71	0,2097
Dentro de los grupos	5,27035	16	0,329397		
Total (corregido)	5,83293	17			

**ANEXO 31 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>20:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	14,7619	1	14,7619	130,68	0,0000*
Dentro de los grupos	1,8074	16	0,112962		
Total (corregido)	16,5693	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 32 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>22:1 $\Delta$ 13cis</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	26,8983	1	26,8963	186,99	0,0000*
Dentro de los grupos	2,3016	16	0,14385		
Total (corregido)	29,1999	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 33 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>16:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por clon (asen $\sqrt{X}$ / 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	4,03306	8	0,504132	3,68	0,0346 *
Dentro de los grupos	1,23412	9	0,137125		
Total (corregido)	1,23412	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$



**ANEXO 34 Análisis de varianza del contenido de ácido C<sub>16:1</sub> en aceite de semillas de gevuin por año (asen√X/ 100).**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	0,786697	1	0,786697	2,81	0,1130
Dentro de los grupos	4,47599	16	0,27975		
Total (corregido)	5,26269	17			

**ANEXO 35 Análisis de varianza del índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin por clon**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	31,744	8	3,97175	4,82	0,0151*
Dentro de los grupos	7,4188	9	0,824311		
Total (corregido)	39,1928	17			

\*Indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$

**ANEXO 36 Análisis de varianza del índice de insaturación en aceite de semillas de gevuin por año.**

Fuente	SC	GL	CM	F calculado	P - valor
Entre grupos	4,24376	1	4,24376	1,94	0.1824
Dentro de los grupos	34,949	16	2,18432		
Total (corregido)	39,1928	17			